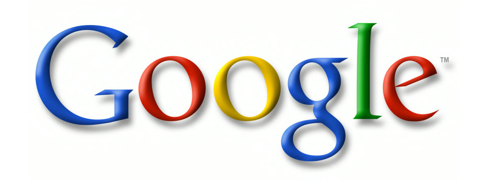
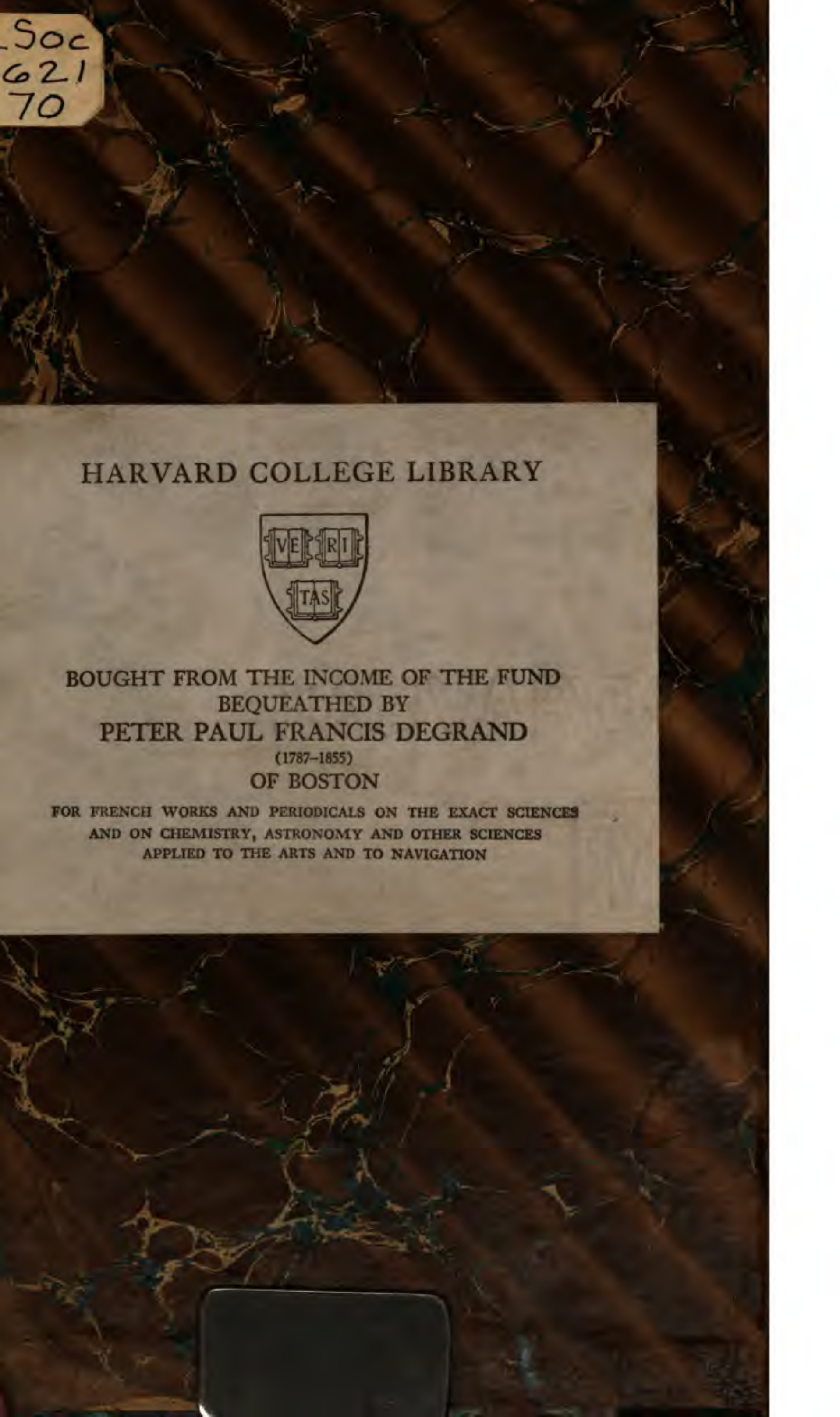



LSoc
1621
70



Soc
621
70



BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

DEUXIÈME SÉRIE.

—

TOME II.

OCTOBRE 1880 A MARS 1881.

—

La première série se compose de 25 Volumes.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE,

Quai des Augustins, 55.

—

1880

AVIS COMPLÉMENTAIRE.

Le *Bulletin hebdomadaire*, publié avec le concours de la Commission scientifique et des Membres de la Société, paraît régulièrement le dimanche, par cahier de 16 pages, et est expédié à domicile aux Souscripteurs. Il forme chaque année deux volumes de 450 pages chacun. Il contient les nouvelles scientifiques de France et de l'étranger, ainsi que divers documents scientifiques adressés au Président.

Les Membres qui payent une cotisation annuelle de 15 francs reçoivent le BULLETIN *gratuitement*.

Le prix de l'abonnement est également de 15 francs pour les personnes qui ne sont pas Membres et qui résident en France. Pour l'étranger, les souscripteurs payent en sus le prix du port, fixé par les tarifs de la poste.

Les Membres ont droit d'assister à toutes les conférences et d'autres séances de l'Association scientifique.

Toutes les personnes qui désirent faire partie de l'Association doivent en faire la demande au Président qui les admet, à moins d'avis contraire donné par le Conseil.

On devient **Membre perpétuel** en rachetant la cotisation annuelle par un versement unique de **cent cinquante francs**, lorsqu'on ne s'abonne pas au *Bulletin*, ou de **deux cent vingt francs**, lorsqu'on veut recevoir gratuitement le *Bulletin*.

Tout abonnement est d'une année au moins.

Il continue d'année en année tant qu'il n'est pas dénoncé par écrit. La dénonciation doit être effectuée avant le mois d'avril, époque où l'Administration a fait les frais du service annuel.

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée de l'envoi de 50 centimes.

Toute demande de numéros supplémentaires doit être accompagnée de l'envoi de 25 centimes par numéro.

Les abonnés voudront bien envoyer, sans attendre une réclamation, le prix de l'année courante.

Les demandes d'abonnement, les mandats, toutes les communications administratives et scientifiques doivent être adressés à *M. le Président de l'Association Scientifique* (Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne).

Les mandats doivent être au nom du Trésorier de l'Association, M. le baron THENARD, membre de l'Institut.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

2e SÉRIE. — DEUXIÈME VOLUME.

3 OCTOBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 27.

AVIS.

Nous rappelons que les anciennes cartes des Membres de l'Association sont annulées et remplacées par des cartes nouvelles d'un format plus commode.

Celles-ci sont à la disposition de MM. les Sociétaires, qui pourront les retirer en s'adressant à l'Agent de l'Association, M. Cottin, dont le bureau se trouve à la Sorbonne, escalier n° 3.

Ces cartes nouvelles sont permanentes, et la présentation en est nécessaire pour entrer aux conférences et autres réunions de l'Association.

La qualité de Membre de l'Association peut être constatée aussi au moyen d'une médaille spéciale, en bronze, en argent ou en vermeil, portant le nom du Sociétaire, qui pour l'obtenir n'aura à rembourser que les frais de fabrication (1).

BLAISE PASCAL.

Le 4 septembre, lors de l'inauguration de la statue de Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, l'Institut de France a été représenté par trois de ses membres, M. Mézières, de l'Académie française, M. Cornu, de l'Académie des Sciences, et M. Janet, de l'Académie des Sciences morales et politiques, qui ont prononcé chacun un discours remarquable.

Conformément à ses usages, l'Institut a fait aussitôt imprimer et distribuer à ses membres ces discours, et nous nous

(1) Bronze, 4^{fr}; argent, 13^{fr}; vermeil, 17^{fr}.

Le nom de Pascal est maintenant populaire par la grande découverte à laquelle il est désormais attaché : je veux parler de la démonstration expérimentale de la pesanteur de l'air. En 1647, Pascal n'avait que vingt-trois ans lorsqu'il eut connaissance de la fameuse expérience de Torricelli, dont le P. Mersenne avait, de Rome, envoyé la description; cette expérience, conçue à propos de la mésaventure des fontainiers de Florence, paraissait démontrer que la nature n'avait l'horreur du vide que jusqu'à une certaine limite, capable de soulever une colonne d'eau de 32 pieds ou une colonne de 27 pouces de vif-argent.

L'esprit du jeune homme, si enclin à l'observation des faits, si désireux d'en connaître les causes et si ardent à en poursuivre les conséquences, fut vivement frappé de cette expérience; il la répète sous toutes les formes avec les appareils les plus variés, les uns fort simples, comme des pompes et des soufflets, les autres vraiment gigantesques, formés avec des tubes et des siphons de 50 pieds de haut, remplis successivement de toutes sortes de liquides. On devine aisément, à la lecture de ses *Nouvelles expériences touchant le vide*, qu'il porte déjà dans son esprit une idée encore confuse de la cause dont il poursuit la démonstration avec méthode; toutefois il la garde secrète, moins par la crainte de heurter des préjugés que par le désir d'accumuler des preuves expérimentales indiscutables.

Dans cette première étude, qu'on jugerait fort mal aujourd'hui si l'on ne se reportait pas à l'époque, il établit deux faits importants : le premier, c'est que l'espace vide du tube de Torricelli « n'est rempli d'aucune des matières qui sont connues dans la nature et qui tombent sous aucun des sens ». L'assertion était bien hardie, car il s'attaquait à l'un des principes les plus incontestés du moment; il heurtait de front l'opinion de ceux qui, avec Aristote, soutenaient que le vide est impossible et que la nature souffrirait plutôt sa destruction que le moindre espace vide. Ses expériences montraient au contraire, et c'était là le second fait important, que, si les corps ont de la répugnance à admettre un vide apparent dans leur intervalle, cette répugnance n'est pas plus grande pour admettre un grand vide qu'un petit.

Ces résultats expérimentaux auraient dû faire réfléchir les métaphysiciens; mais on n'était pas accoutumé, à l'École, à accorder une grande importance à des faits bien observés; les phénomènes n'étaient le plus souvent qu'un prétexte à philosopher et à faire briller les ressources d'un esprit subtil : on préférait donc recourir à des hypothèses sur les esprits ignés du vif-argent ou les pores du verre, plutôt que de supposer l'absence de matières pondérables dans la chambre baromé-

trique. L'horreur du vide était une sorte de dogme fondamental qu'on ne devait point abandonner, et l'hypothèse de l'existence du vide passait pour une absurdité.

C'était même, paraît-il, une injure ou du moins une calomnie ridicule jetée à la face de la nature, car le P. Noël, dans un opuscule contre Pascal, intitulé *Le plein du vide,* dédié au prince de Conti, pensait s'attirer la belle humeur de son juge en débutant ainsi :

« Monseigneur, la nature est aujourd'hui accusée de vide, et j'entreprends de l'en justifier en la présence de Votre Altesse : elle en avait bien été auparavant soupçonnée, mais personne n'avait encore eu la hardiesse de mettre des soupçons en faits et de lui confronter les sens et l'expérience. »

La réfutation des lettres et de l'opuscule du P. Noël montre Pascal comme un grand physicien : à l'encontre de son adversaire, qui entasse les hypothèses et même les contradictions, Pascal raisonne sur des faits précis, en poursuit l'interprétation par des raisonnements serrés et distingue avec un bon sens admirable les points où la discussion est légitime de ceux où elle ne peut que s'égarer dans le vague, l'arbitraire ou les cercles vicieux; son style, merveilleux de précision et de verve, est déjà celui de Louis de Montalte.

Mais toute cette polémique s'efface bientôt devant les preuves expérimentales qu'il apporte successivement; désormais il est en possession de la vraie cause de ces phénomènes; le vide barométrique est bien, comme il l'avait démontré, un espace inerte, dénué de matières exerçant une force élastique, et la colonne de vif-argent est soutenue par une pression extérieure qui ne saurait être, comme l'avaient soupçonné Galilée et Torricelli, que la pesanteur de l'air.

Il exécute d'abord une magnifique expérience qui aurait mérité de rester dans l'enseignement sous la forme même où Pascal la montra aux savants ses amis, à son beau-frère M. Périer, et probablement aussi à l'illustre Descartes, dans les deux visites que le grand philosophe vint lui faire les 23 et 24 septembre 1647. Cette expérience, qu'on pourrait nommer *l'expérience du vide dans le vide,* consistait à placer un tube de Torricelli à l'intérieur d'un autre tube semblable, mais plus grand : « Le vif-argent du tuyau intérieur demeura suspendu à la hauteur où il se tient par l'expérience ordinaire quand il était contre-balancé et pressé par la pesanteur de la masse de l'air, et, au contraire, il tomba entièrement, sans qu'il lui restât aucune hauteur ni suspension, lorsque, par le moyen du vide dont il fut environné, il ne fut plus du tout pressé ni contre-balancé d'aucun air, en ayant été destitué de tous côtés. »

De plus, « cette hauteur ou suspension du vif-argent augmentait ou diminuait à mesure que la pression de l'air dimi-

nuait ou augmentait »; enfin « toutes ces diverses hauteurs ou suspensions du vif-argent se trouvaient toujours proportionnées à la pression de l'air ».

Cette expérience, si claire et si nette, ne constituait-elle pas à elle seule une preuve indéniable de l'existence de la pression atmosphérique et par conséquent de la pesanteur de l'air? Pascal, avec sa rigueur habituelle, ne crut pas devoir s'en contenter; il en voulut une démonstration encore plus parfaite, surtout plus frappante pour les esprits moins accoutumés que le sien à l'interprétation rigoureuse des faits; il la nomma *la grande expérience de l'équilibre des liqueurs*, parce que, dit-il, « elle est la plus démonstrative de toutes celles qui peuvent être faites sur ce sujet, en ce qu'elle fait voir l'équilibre de l'air avec le vif-argent, qui sont l'un la plus légère et l'autre la plus pesante de toutes les liqueurs qui sont connues dans la nature ».

C'est la fameuse expérience du Puy-de-Dôme : « Elle consiste, écrit-il à M. Périer, à faire l'expérience ordinaire du vide plusieurs fois en un même jour, dans un même tuyau, avec le même vif-argent, tantôt au bas et tantôt au sommet d'une montagne élevée pour le moins de 500 ou 600 toises, pour éprouver si la hauteur du vif-argent suspendu dans le tuyau se trouvera pareille ou différente dans ces deux situations. Vous voyez déjà sans doute que cette expérience est décisive de la question et que, s'il arrive que la hauteur du vif-argent soit moindre au haut qu'au bas de la montagne (comme j'ai beaucoup de raisons de le croire, quoique tous ceux qui ont médité sur cette matière soient contraires à ce sentiment), il s'ensuivra nécessairement que la pesanteur et pression de l'air est la seule cause de cette suspension du vif-argent, et non pas l'horreur du vide, puisqu'il est bien certain qu'il y a beaucoup plus d'air qui pèse sur le pied de la montagne que non pas sur son sommet, au lieu qu'on ne saurait dire que la nature abhorre le vide au pied de la montagne plus que sur son sommet. »

Retenu à Paris par des souffrances qui ne le quittaient plus, Pascal pria M. Périer, son beau-frère, alors en résidence à Moulins, d'exécuter l'expérience sur le Puy-de-Dôme. Un an s'écoula avant que les circonstances favorables fussent réunies, et ce fut seulement le 19 septembre 1648 qu'elle fut faite par M. Périer, en présence des personnes les plus savantes de Clermont-Ferrand. On se rendit d'abord au Jardin des Pères Minimes, qui était au lieu le plus bas de la ville; là, deux tubes identiques furent remplis de vif-argent et renversés dans leur cuvette, suivant le mode ordinaire : le vif-argent resta suspendu dans chacun d'eux à la hauteur de 26 pouces 3 lignes et demie. L'un des deux fut alors laissé en place à la

garde de l'un des religieux de la maison, qui se chargea de l'observer pendant toute la journée. L'autre tube et une partie du vif-argent furent emportés, et tout le monde monta au Puy-de-Dôme, élevé au-dessus des Minimes d'environ 500 toises. Le tube fut rempli à nouveau; mais cette fois le vif-argent ne s'éleva qu'à 23 pouces et 2 lignes : il y eut 3 pouces 1 ligne et demie de différence. « Ce qui, écrivit M. Périer en rendant compte de l'expédition, nous ravit tous d'admiration et d'étonnement, et nous surprit de telle sorte, que, pour notre satisfaction propre, nous voulûmes répéter l'expérience. » Ils la répétèrent effectivement cinq fois avec le même succès. Au retour, on se rendit aux Minimes pour examiner le tube resté en observation : on retrouva le vif-argent à la même hauteur où on l'avait laissé et on apprit qu'il était demeuré fixe toute la journée.

Cette expérience mémorable excita l'admiration universelle; elle porta le dernier coup à l'horreur du vide et ébranla la foi aveugle en toutes ces causes occultes que l'école philosophique d'alors aimait à invoquer pour l'explication des phénomènes; désormais, en Physique, ce sera l'expérimentation la grande souveraine et non plus cette philosophie raisonneuse et stérile qui se réclamait d'Aristote, mais qui, en réalité, avait perdu le chemin des sources fécondes où l'illustre philosophe avait puisé ses richesses.

Pascal ne se repose point après ce beau triomphe; il poursuit les conséquences de sa découverte avec une hardiesse incomparable; il montre que le tube de Torricelli donne le moyen de « connaître si deux lieux sont en même niveau, c'est-à-dire également distants du centre de la Terre, ou lequel des deux est le plus élevé ». C'est, on le voit, la méthode du nivellement barométrique, si usitée de nos jours. Il pèse l'atmosphère et montre que cet air léger, qu'on disait sans pesanteur, presse la surface de la Terre comme le feraient huit milliards de milliards de livres. Il observe que cette pression est variable à chaque heure du jour, suivant la température, l'humidité, la sécheresse, et fait exécuter des observations semblables à Clermont, à Paris, à Stockholm, où Descartes, appelé récemment par la reine Christine de Suède, prend lui-même plaisir à les effectuer. Il compare les résultats, et il en conclut qu'il existe une corrélation entre les variations du baromètre et celles du temps; et, avec cette pénétration qui caractérise son puissant esprit, il en aperçoit toutes les conséquences. « Cette connaissance, dit-il, peut être très utile aux laboureurs, aux voyageurs, etc., pour connaître l'état présent du temps et le temps qui doit suivre, mais non pas pour connaître celui qu'il fera dans trois semaines. »

Ainsi ce grand réseau d'observations barométriques simul-

tanées, inauguré naguère par Fitz-Roy et Le Verrier, dont l'agriculture et la marine tirent aujourd'hui tant de profit, Pascal, il y a deux siècles, en avait aperçu l'utilité et signalé l'importance. Le rêve du grand physicien est donc réalisé et même au delà de ses espérances : le baromètre est maintenant observé, pour la prévision du temps, dans toutes les grandes villes du monde et jusqu'au sommet du Puy-de-Dôme, dans ce magnifique observatoire élevé en quelque sorte sous l'invocation du nom de Pascal par l'activité infatigable d'un membre de la Faculté des Sciences, et par la libéralité de la ville de Clermont, du département et de l'État.

L'ensemble de ces beaux travaux est exposé avec simplicité dans ses *Traités de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de l'air*; malgré la forme modeste sous laquelle Pascal présente ses résultats, on n'a pas de peine à reconnaître qu'il a fondé une nouvelle branche de la Physique, l'Hydrostatique, qu'Archimède n'avait pu dégager de sa fameuse trouvaille; la postérité a consacré ce titre de gloire, et l'on nomme *principe de Pascal* le principe d'égalité de pression, base de l'Hydrostatique, que Pascal a su mettre en évidence pour ramener à une explication simple toutes les particularités de l'équilibre des fluides et même le principe d'Archimède.

Voilà certes bien des titres à notre admiration; mais le propre du génie est d'épuiser tous les sujets qu'il embrasse et d'en faire jaillir des conclusions inattendues : Pascal nous en offre un brillant exemple. Parmi les plus puissants engins dont dispose l'industrie moderne, on doit citer la presse hydraulique : c'est à Pascal qu'on la doit. Il la trouve comme conséquence de ses études, et non seulement il la conçoit, il la décrit, mais il en signale la puissance indéfinie et la condition fondamentale de son fonctionnement :

« D'où il paraît, dit-il, qu'un vaisseau plein d'eau est un nouveau principe de Mécanique et une machine nouvelle pour multiplier les forces à tel degré que l'on voudra, puisqu'un homme, par ce moyen, pourra enlever tel fardeau qu'on lui proposera.

» Et l'on doit admirer qu'il se rencontre en cette machine nouvelle cet ordre constant qui se trouve en toutes les anciennes, savoir le levier, le tour, la vis sans fin, etc., qui est que le chemin est augmenté en proportion de la force. »

Ainsi, dans les applications les plus usuelles de la Mécanique (pourquoi oublierions-nous le haquet et l'humble brouette qu'il a également inventés ?) comme dans les spéculations les plus élevées de la Science pure, ce génie pénétrant a laissé des traces profondes; il est le digne émule de Galilée et doit être compté comme lui parmi les fondateurs de la Mécanique moderne.

En Mathématiques plus encore qu'en Physique, Pascal fut un inventeur de premier ordre, si l'on en juge par la haute admiration de ses contemporains et par ceux de ses travaux, malheureusement en petit nombre, qui nous ont été conservés.

Son fameux *triangle arithmétique* est resté classique; mais on l'a dépouillé, pour simplifier l'enseignement, de toutes les belles applications que l'auteur avait su en faire, si bien qu'il ne paraît plus aujourd'hui qu'un simple Tableau mnémonique au lieu de constituer une véritable méthode d'investigation, un symbole abstrait, indépendant des chiffres qui lui avaient donné naissance. Aussi, en relisant le Traité du triangle arithmétique, si concis et pourtant si clair, on est frappé de la facilité avec laquelle on retrouve les théorèmes relatifs aux combinaisons, la solution du problème des parties, le développement des puissances d'un binôme, etc., et ce dernier, d'une manière si directe, qu'on n'aurait fait aucune injustice au grand Newton si l'on avait appelé *binôme de Pascal* le développement que l'immortel auteur du Livre des *Principes* n'a eu qu'à traduire en symboles algébriques.

Le problème des parties, dont le triangle arithmétique fournit une solution élégante, est célèbre dans l'histoire des sciences, car il est l'origine d'une science nouvelle, la *Géométrie du hasard* ou *Calcul des probabilités*. Comme pour plusieurs grandes découvertes accomplies par les génies de cette époque, Galilée et Newton, le point de départ paraît singulièrement futile. C'était alors la mode parmi les savants et les curieux de proposer des problèmes, soit qu'on en possédât par avance la solution, soit qu'on désirât la connaître; d'ailleurs il y avait toujours une certaine satisfaction d'amour-propre aussi bien à proposer un beau problème qu'à le résoudre avant les autres.

Un bel esprit, peu ou point géomètre, mais grand joueur, le chevalier de Méré, proposa à Pascal deux problèmes dont l'originalité fit certainement honneur à leur inventeur :

En combien de coups peut-on espérer amener « Sonnez » avec deux dés ?

Pascal résolut aisément le problème, et la solution en est vulgaire aujourd'hui.

Le second était plus difficile :

Deux joueurs, jouant une partie en un certain nombre de points, en ont déjà chacun un nombre inégal, et ils veulent rompre la partie sans l'achever : on demande comment ils doivent partager l'enjeu.

Avec sa sagacité habituelle, Pascal le résolut également d'une manière très simple; puis, à l'aide de son triangle arithmétique, il étendit bientôt les résultats au cas beaucoup plus complexe de trois et même d'un nombre quelconque de joueurs. Il annonça à ses savants amis qu'il avait obtenu les solutions

complètes et leur proposa de les retrouver. Roberval essaya, mais en vain; Fermat, au contraire, y parvint par une méthode ingénieuse, différente de celle de Pascal et fondée sur la théorie des combinaisons qu'il venait d'établir.

L'élan était donné : les plus grands esprits, Huygens, les Bernoulli, frappés de l'originalité des vues qu'on découvrait dans ces questions nouvelles, s'adonnèrent à leur étude; mais les méthodes auxquelles on avait recours dépassaient de beaucoup en étendue et en puissance le champ restreint des jeux du hasard; on ne tarda pas à reconnaître que les événements qui paraissent livrés au hasard, même ceux où la vie humaine est le facteur important, sont soumis à des lois fixes où la Géométrie règne en souveraine. Des économistes, comme Van Hudden, Jean de Witt, grand pensionnaire de Hollande, appliquèrent les principes du nouveau calcul à l'établissement des rentes viagères et des annuités; les géomètres et les statisticiens unirent leurs efforts à ceux des économistes, et, grâce aux travaux de Moivre, Euler, Bayes, Price, Lagrange, Condorcet, Laplace, parvinrent à établir les règles mathématiques de ces associations devenues aujourd'hui vulgaires, mais qui, sous le nom d'*assurances*, rendent tant et de si éminents services.

Ainsi cette Géométrie du hasard, ce Calcul des probabilités, qui paraît, au premier abord, établi sur un fondement si fragile, sur des éléments si fugitifs, a conduit aux applications les plus positives; il apporte les bases indispensables aux associations de toute nature, ayant pour but d'assurer la stabilité des fortunes ou la sécurité des opérations, de prévoir les infortunes ou les désastres et d'en réparer les conséquences; le nombre et la grandeur des services rendus sont si considérables, qu'on doit non seulement mettre de telles inventions au rang des merveilles de la Science, mais encore en compter les initiateurs parmi les bienfaiteurs de l'humanité.

Ce serait donc une véritable ingratitude de ne pas rappeler que Pascal, avec Fermat, a jeté les premiers fondements de cette science féconde.

Dans ses travaux relatifs à l'analyse des courbes, Pascal est vraiment le précurseur de Newton et de Leibnitz pour l'invention du Calcul infinitésimal. Son génie, avant tout précis et rigoureux, ne se porte pas tout d'abord aux méthodes générales, aux vues d'ensemble, qui comportent le plus souvent, à l'origine, un vague ou une indétermination incompatible avec ses habitudes de rigueur; il préfère les problèmes bien définis.

Il étudie une classe de courbes proposée, dit-on, à la sagacité des géomètres par le P. Mersenne : c'étaient les courbes que décrivent les points d'une roue roulant sur un plan. La courbe, nommée d'abord *roulette*, puis *cycloïde* lorsque le point décri-

vant est sur la circonférence, porte, dans le cas plus général où le point est quelconque, le nom de *trochoïde*. Les géomètres les plus éminents dirigeaient alors leurs méditations vers la recherche des propriétés de ces courbes, problème d'autant plus intéressant, qu'il paraissait dépasser en difficulté tous ceux que les philosophes anciens avaient légués à leurs successeurs. Aussi était-ce avec un véritable enthousiasme qu'on recevait et qu'on renvoyait à tous les coins du monde savant quelque propriété nouvelle : Roberval déterminait la tangente à la cycloïde, en mesurait la surface, en déterminait le centre de gravité; de Wren, la longueur de l'arc. Pascal y ajouta un grand nombre de déterminations relatives au centre de gravité des solides de révolution formés avec cette courbe; ses solutions paraissaient si neuves et si ingénieuses, que l'illustre Huygens, qui découvrit de si belles propriétés à la cycloïde, lui déclare ambitionner l'honneur d'être appelé son disciple et parle de l'admiration et de l'étonnement que cause aux savants la publication de ses travaux.

C'est qu'en effet les méthodes imaginées par Pascal étaient entièrement originales et en avance sur celles de ses contemporains de bien des années, parfois de plus d'un siècle; ainsi, lorsqu'il détermine des centres de gravité, des volumes ou des surfaces dans ses *Traités de la roulette, des trilignes et des arcs de cercle,* il effectue de véritables intégrations vingt ans avant la découverte du Calcul intégral par Newton et Leibnitz, et, dans la rectification de la trochoïde qu'il exprime par un arc d'ellipse, il ouvre en réalité la voie à Fagnano, à Euler et à l'illustre fondateur de la théorie des fonctions elliptiques.

Lorsqu'il accomplit ces merveilles, Pascal, accablé par la maladie qui, depuis l'âge de dix-huit ans, ne lui laissait pas un jour de repos, vivait retiré dans la solitude, le plus souvent près de ses amis de Port-Royal, partagé entre les souffrances de son corps et les angoisses d'une âme ardente dont les *Pensées* nous révèlent l'inquiétude, l'abandon mystique et la profondeur.

Si l'on songe que ces admirables travaux furent pour la plupart le fruit de quelques nuits d'insommie où il se permit de laisser ses austères méditations pour adoucir l'amertume de son mal, si l'on songe que la mort le saisit à trente-neuf ans, que doit-on penser de la puissance de son génie, et combien doit-on regretter, en voyant la grandeur de son œuvre, qu'il n'ait pas joui d'une destinée plus longue et plus heureuse !

Tel fut le grand homme dont nous honorons aujourd'hui la mémoire ! Physicien pénétrant, géomètre profond, écrivain incomparable, ouvrant partout des voies nouvelles et fécondes, Pascal a embrassé dans ses méditations tout ce que l'esprit humain peut atteindre de plus élevé; en tout, il s'est placé au premier rang, et par chacune de ses œuvres il a mérité la re-

connaissance de la postérité. Pour lui dresser cette statue, témoignage d'admiration et de gratitude, on ne pouvait choisir un lieu plus cher à cet immortel génie, plus digne des souvenirs qu'elle doit perpétuer : c'est la ville où s'écoulèrent les premières et les seules douces années de sa vie, où sa belle intelligence commença à s'épanouir au contact des grandeurs sévères de la nature, entre cette riche vallée de la Limagne et le sombre profil de ce Puy-de-Dôme, bientôt le théâtre de sa plus brillante découverte.

Aujourd'hui, à l'aspect de cette cité en fête, de cette immense foule accourue de tous les points de l'Auvergne et de la France pour saluer cette grande image, nous ne pouvons nous défendre d'une profonde émotion. Dans son orgueil de mère, la ville de Clermont a voulu rappeler près d'elle, après deux siècles d'absence, le plus illustre de ses enfants; elle en fête aujourd'hui le retour; le voilà maintenant revenu au berceau de ses jeunes années, ramené par la reconnaissance de la postérité; nous le retrouvons tel que nous aimons à nous le figurer, absorbé dans quelque contemplation sublime et reposant désormais en face du Puy-de-Dôme, témoin de son premier triomphe, monument impérissable de sa gloire !

L'Académie des Sciences, chez laquelle le culte de Pascal est en quelque sorte une tradition de famille, vous remercie de l'avoir conviée à une telle fête.

Mines de chrome de Californie.

Nous trouvons dans l'*Iron Age* des détails intéressants sur les dépôts de chrome de la Californie. Le minerai de fer chromique se trouve fréquemment associé, dans plusieurs parties de cet État, avec des roches serpentines; mais, faute de moyens de transport, les seuls dépôts du comté de San Louis Obispo sont accessibles. Ils forment un groupe qui s'étend sur une longueur de 2 milles et qui couvre une aire de 400 acres. On en a extrait, dans ces trois dernières années, 15000 tonnes, qui ont été dirigées partie sur l'Europe, partie sur les États de l'Ouest. Mais, autant qu'un premier et superficiel examen a permis d'en juger, les quantités que ces dépôts ont livrées sont bien insignifiantes, eu égard à leur valeur réelle. L'usage qui se répand de plus en plus du bichromate de potasse dans la teinture ne peut évidemment qu'activer l'exploitation de ces dépôts et suggérer aux Californiens l'idée de rendre désormais accessibles, moyennant de bonnes voies de communication, ceux qui actuellement sont encore improductifs.

Le Gérant, E. Cottin.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

10 OCTOBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 28.

NOTE SUR LES ODEURS DE PARIS; par M. H. Sainte-Claire Deville, Membre de l'Institut.

Vers la fin du mois d'août dernier, en passant par la rue Saint-Jacques en face du n° 278, mon attention fut attirée par l'odeur qu'exhalait une tranchée de 1^m environ de profondeur. On en avait extrait 1^{mc} ou 2^{mc} de cette terre noire, colorée par le sulfure ou l'oxydule de fer, dont M. Chevreul a depuis bien longtemps constaté et expliqué la formation.

Cette terre était imbibée d'eau, mais la boue n'était pas liquide. Elle avait en même temps l'odeur de l'hydrogène sulfuré et du gaz de l'éclairage. J'en pris à la surface 3^{kg} environ, pour en faire une analyse dont je vais donner les résultats.

$2^{kg},350$ de la terre ont été introduits dans un flacon et mouillé avec 1^{lit} d'eau à peu près. On agitait fortement et l'on décantait le liquide avec la matière noire qu'il tenait en suspension et que l'on versait dans un autre flacon. Quand cette matière était déposée, on recommençait l'opération avec la même eau devenue limpide, jusqu'à ce qu'on eût introduit dans le second flacon tous les éléments légers ou noirs que l'on pouvait entraîner ou dissoudre.

Le résidu de cette opération, répétée jusqu'à huit ou dix fois au moins, est un gravier presque décoloré et composé de plâtras, de cailloux calcaires, de grès concassé ou pulvérisé, de débris de toutes sortes, cuir, carton, etc., enfin de toutes les matières que le remaniement si fréquent du pavage de Paris peut faire pénétrer dans le sous-sol.

Le liquide, chargé de sels et de matières solubles dans l'eau, a été séparé par filtration, et la boue noire, recueillie sur un filtre, séchée incomplètement, a été pesée pour être analysée à part.

1° L'eau de lavage était troublée par du sesquioxyde de fer ou du sous-sulfate provenant de l'oxydation du sulfure et de la suroxydation de l'oxydule de fer. Elle était sensiblement

alcaline et contenait des sulfures, des hyposulfites, des sulfates, des chlorures, de la chaux, de la magnésie, de la soude et des traces d'ammoniaque que l'ébullition avec la baryte ne rendait pas sensibles à l'odorat, mais qui agissaient faiblement sur la teinture rouge de tournesol. L'excès d'alcali était saturé par des acides organiques, répandant une odeur acétique et butyrique, et une matière également acide, réduisant les sels d'argent et dont la combinaison avec la chaux ou l'argent était explosible, rappelant ainsi les propriétés des acétylures de M. Berthelot.

Le résidu de l'évaporation de cette eau à basse température pesait 13gr,500. Il contenait :

	gr
Sulfate de chaux	5,000
Chaux	2,386
Magnésie	0,200
Sel marin	0,392
Potasse	0,361
Eau et matières organiques	5,161
	13,500

2° La matière pulvérulente noire, pesant 0kg,902, a été lavée par l'éther dans un appareil à digestion et à distillation continues. L'éther contenu dans le bouilleur a bientôt laissé déposer une grande quantité de cristaux jaune brun et brillants, peu solubles, car il a fallu plus de deux jours de traitement pour épuiser la matière. On a retiré de la solution éthérée :

	gr
Soufre cristallisé et contenant une matière organique décomposable par la chaleur	3,700
Soufre cristallisé avec un peu de goudron et de naphtaline	4,736
Goudron de gaz ou coaltar	1,640
	10,076

Les conclusions de ces analyses sont faciles à tirer :

1° Si l'on évalue à un demi-litre la quantité d'eau qui imprègne les 2kg,350 de boue humide (1), on voit que la quantité de sels que cette eau dissout doit être d'environ 25gr à 30gr par litre, c'est-à-dire qu'elle est relativement concentrée, ce qui est la conséquence d'un phénomène très simple. Le sous-sol de Paris n'étant pas drainé, les pavés et les intervalles garnis de sable qui les séparent deviennent imperméables dès que leur surface est mouillée. Quand ces intervalles se sèchent, l'eau du sous-sol peut s'évaporer, en se

(1) La détermination exacte de cette quantité d'eau était impossible sur des échantillons où il fallait conserver les matières volatiles amenées par le gaz. Le soir même du jour où la prise d'échantillon a été faite, la tranchée dont elle provenait était remblayée.

concentrant, jusqu'à ce que l'eau de la pluie et des arrosages, entraînant avec elle toutes les matières solubles, salines ou organiques, et imbibant l'intervalle des pavés, rende de nouveau la surface imperméable. L'eau des boues noires doit donc se concentrer de plus en plus. En outre, elle reçoit ces poussières de fer provenant du fer des chevaux et des roues de voitures, que M. Chevreul considère, avec juste raison, comme l'origine des sulfures, de l'oxydule de fer et de la coloration noire du sous-sol de Paris.

2° Les fuites de gaz de l'éclairage, estimées en moyenne au dixième du volume du gaz qui circule dans les tuyaux, y ont amené une partie du soufre, les hydrogènes carbonés et le goudron qu'on y rencontre si abondamment ([1]).

Ce goudron, ou coaltar, est une matière antiseptique par excellence, employée efficacement en Chirurgie pour assainir les plaies et empêcher l'infection des hôpitaux. Son acide phénique arrête les fermentations et détruit les germes les plus dangereux.

En résumé, grâce aux fuites de gaz du sous-sol de Paris, celui-ci est assaini et ne peut exhaler aucune odeur dangereuse; c'est une faible odeur d'hydrogène sulfuré, qui n'est pas plus nuisible que l'atmosphère des eaux minérales sulfureuses, et une odeur de produits empyreumatiques, qui est aussi saine que l'atmosphère environnant les gazomètres de Paris, autour desquels on envoie respirer les enfants atteints de certaines affections épidémiques ou contagieuses, la coqueluche par exemple.

Il n'en est pas de même des odeurs provenant des matières excrémentitielles que l'on constate malheureusement à Paris et aux environs de Paris. Elles sont nauséabondes, ce qui ne les rend pas, il est vrai, nécessairement nuisibles; mais elles peuvent emprunter à la source dont elles proviennent les germes auxquels on attribue aujourd'hui les maladies cholériformes et typhoïques, que l'on redoute de voir devenir endémiques à Paris, comme elles le sont depuis longtemps dans l'Inde.

Mon savant et illustre ami M. Pasteur nous donnera sans doute, avec des démonstrations rigoureuses, malgré le danger que de pareilles recherches font courir, la cause et peut-être les remèdes préventifs de ces redoutables fléaux; mais dès aujourd'hui, grâce à ses travaux, devenus classiques, nous pouvons fixer les conditions auxquelles il faut soumettre le transport et le traitement des matières excrémentitielles pour

---

([1]) Le gaz de l'éclairage est en réalité un brouillard très léger où flottent des cristaux de napthaline, comme les aiguilles de glace des stratus, et du goudron en vésicules très ténues resistant à toute condensation, comme les vésicules d'eau des nuages.

qu'elles cessent d'être fétides et ne puissent devenir dangereuses pour la santé publique.

Il est possible qu'un jour ces matières, reçues dans des vases métalliques sans avoir jamais de contact avec l'air extérieur, soient transportées sous terre dans des tuyaux métalliques, canalisation aussi gigantesque que celle qui conduit l'eau et le gaz, et dans laquelle on entretiendra une certaine dépression. Ces matières, reçues dans de grands vases métalliques, neutralisées ou même acidifiées par des substances appropriées et parfaitement connues, portées à une température égale ou même supérieure à 100°, qui suffit à détruire tous les germes, enfin séchées dans ces appareils, seraient livrées à l'agriculture, à qui on les doit, sans perte d'aucune substance utilisable et sans avoir porté dans l'atmosphère aucune trace de matières odorantes ou nuisibles (1).

Toutes ces conditions, conformes aux prescriptions formulées par le Conseil de salubrité et le Comité consultatif des Arts et Manufactures, peuvent être réalisées avec les procédés connus ou légèrement perfectionnés. Il reste seulement à savoir si les sommes considérables qu'il faudrait consacrer à cette réalisation seraient en proportion avec les avantages qu'en retireraient l'hygiène publique et la désinfection absolue des grandes villes. Rien ne dit, par exemple, que l'intérêt du capital ainsi dépensé, si on l'applique à l'amélioration du régime des hôpitaux, à l'assainissement des logements insalubres, etc., ne sauverait pas plus d'habitants de Paris chaque année que les épidémies partielles n'en peuvent faire périr.

La Science peut donc indiquer les solutions absolues, mais c'est aux économistes et aux ingénieurs à décider si leur application est désirable ou possible.

Les analyses que je publie aujourd'hui prouvent seulement que les odeurs de Paris provenant de la terre noire placée au-dessous des pavés ne peuvent en aucune manière être nuisibles, à cause des produits empyreumatiques et antiseptiques qu'y apporte constamment le gaz d'éclairage.

Le photophone de Bell.

M. **Antoine Breguet** a publié dans le dernier numéro de la *Revue scientifique* la Note suivante sur cette nouvelle et importante découverte :

Alexander Graham Bell, le célèbre inventeur du premier téléphone articulant, a fait, il y a peu de temps, au dernier meeting de l'Association américaine, une Communication du

(1) M. Chevreul a recommandé l'étranchéité absolue des fosses d'aisance : il est clair qu'elle est possible seulement par l'emploi des vases métalliques.

plus haut intérêt. Sa découverte consiste dans un instrument appelé par lui *photophone,* parce qu'il sert à transmettre les sons par l'intermédiaire d'un rayon lumineux. Tandis que le téléphone ordinaire nécessite des conducteurs métalliques pour joindre entre elles les deux stations en correspondance, le photophone récepteur est tout à fait indépendant de son transmetteur. Il suffit qu'un faisceau de lumière puisse traverser l'espace d'un poste à l'autre sans rencontrer aucun obstacle opaque. Encore verrons-nous que cette condition n'est pas rigoureusement absolue, et que certaines natures d'écrans n'empêchent pas toujours les communications verbales de s'établir.

I.

Le principe sur lequel est fondé le photophone est déjà connu depuis plusieurs années. C'est à M. Willoughby Smith que revient l'honneur de l'avoir découvert. Le 12 février 1873, ce physicien annonçait à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres que le *sélénium* présente une résistance bien plus faible au passage du courant électrique lorsqu'il est exposé à la lumière que s'il se trouve dans l'obscurité. De là à imaginer un appareil téléphonique mettant à profit ce singulier phénomène il n'y avait pas loin, et, en réalité, la pensée en vint à plusieurs personnes presque simultanément. Nous citerons entre autres M. Adriano de Paiva, professeur à l'Académie de Porto, M. Senlecq, d'Ardres, etc.

Mais, avant d'examiner avec quelque détail les projets, plus ou moins heureux, de ces divers savants, il n'est pas sans intérêt de reprendre la question de plus haut et de faire ici une histoire sommaire du sélénium.

C'est en 1817 que Berzélius et Gottlieb Gahn découvrirent ce métalloïde, à Gripsholm, en cherchant à préparer de l'acide sulfurique au moyen des pyrites de fer. Ils constatèrent, dans l'acide obtenu, la présence d'une substance d'un rouge tirant sur le brun clair, qui, soumise à la flamme du chalumeau, dégageait une odeur analogue à celle du tellure. Berzélius crut pendant quelque temps qu'il pourrait, par ce procédé, isoler ce dernier corps; mais il n'y parvint pas. Il prépara alors une plus grande quantité du nouveau produit et put en extraire des sulfures de mercure, de cuivre, de zinc, de fer, d'arsenic et de plomb, mais jamais aucune trace de tellure. Il ne se rebuta point et acquit enfin la conviction qu'il était en présence d'un nouveau corps simple qui offrait avec le tellure de grandes analogies comme propriétés chimiques. Pour marquer cette parenté, il appela le corps qu'il venait de préparer *sélénium* (de σελήνη, lune), le mot *tellure* venant lui-même de *tellus,* terre.

Bien que, à beaucoup d'égards, le sélénium et le tellure

…u'elles cessent d'être fétides et ne puissent …
…uses pour la santé publique.

Il est possible qu'un jour ces matières, …
…ses métalliques sans avoir jamais de …
…térieur, soient transportées sous terre …
…talliques, canalisation aussi gigantesque …
…it l'eau et le gaz, et dans laquelle …
…ertaine dépression. Ces matières, rec…
…asses métalliques, neutralisées ou mé…
…ubstances appropriées et parfaitemen…
…une température égale ou même supé…
…détruire tous les germes, enfin séc…
…eraient livrées à l'agriculture, à qui
…aucune substance utilisable et sans
…phère aucune trace de matières odo…

Toutes ces conditions, conformes au…
…ar le Conseil de salubrité et le Com…
…anufactures, peuvent être réalisées…
…u légèrement perfectionnés. Il reste…
…ommes considérables qu'il faudrait…
…ation seraient en proportion avec l…
…eraient l'hygiène publique et la d…
…randes villes. Rien ne dit, par ex…
…apital ainsi dépensé, si on l'applic…
…égime des hôpitaux, à l'assainissem…
…mbres, etc., ne sauverait pas plus d'ha…
…nnée que les épidémies partielles n'en…

La Science peut donc indiquer les so…
…est aux économistes et aux ingénie…
…pplication est désirable ou possible.

Les analyses que je publie aujourd'hu…
…ue les odeurs de Paris provenant de …
…u-dessous des pavés ne peuvent en a…
…uisibles, à cause des produits empyreu…
…iques qu'y apporte constamment le gaz d…

LE PHOTOPHONE DE BELL.

M. Antoine Breguet a publié dans le…
…a *Revue scientifique* la Note suivante su…
…mportante découverte :

…Alexander Graham Bell, le célèbre inv…
…léphone articulant, a fait, il y a peu de…
…eting de l'Association américaine, une …

…M. Chevreul a recommandé l'étranchéité abs…
…: il est clair qu'elle est possible seulement pa…
…ques.

plus haut intérêt. Sa decou[illegible]
appelé par lui *photoph[illegible]*. :
sons par l'intermédiair[illegible] c
téléphone ordinaire [illegible]
pour joindre entre elle[illegible]
le photophone récep[illegible]
transmetteur. Il suffi[illegible]
verser l'espace d'u[illegible]
obstacle opaque. En[illegible]
pas rigoureusemen[illegible]
n'empêchent pa[illegible]
s'établir.

Le principe [illegible]
connu depui[illegible]
que revient l'h[illegible]
ce physicien [illegible]
phistes de Lo[illegible]
bien plus fai[illegible]
exposé à la [illegible]
à imaginer [illegible]
gulier phé[illegible]
en vint à
citerons [illegible]
démie d[illegible]
Mai[illegible].
ou m[illegible]
inté[illegible]
une [illegible]
C[illegible]
ce [illegible]
su[illegible]
j[illegible]

[illegible]ucun rôle dans ce phénomène, et les rayons lumineux ne l'at[illegible]versé plusieurs centimètres de [illegible]tions, la simple approche d'une [illegible]ne déviation relativement considérable [illegible]lvanomètre dont le circuit com[illegible] de sélénium. La lumière du ma[illegible] réduisait la résistance totale à la

[illegible]ésultats si inattendus rencontrèrent [illegible], sinon de l'incrédulité, au moins [illegible]me; mais ils ne tardèrent pas à être [illegible]ux du lieutenant Sale, de Draper, de [illegible]tres physiciens.

[illegible]lénium aux différentes radiations spec[illegible] l'effet maximum se produisait au maxi[illegible]re. Mais M. Adams, du King's College, [illegible]ire que le maximum a lieu en pleine [illegible]e en pleine radiation jaune verdâtre. [illegible]lant élucider la question, plaça une barre [illegible]e pile thermo-électrique dans des conditions [illegible]de voir si la chaleur les influencerait de la [illegible] Il les soumit à l'action de la chaleur obscure [illegible]ps chauffés; il interposa, entre la source lumi[illegible]énium, une cuve d'alun qui devait arrêter au [illegible]ayons calorifiques. Dans le premier cas, le [illegible]montrait que la pile seule était influencée; dans [illegible], c'était au contraire le sélénium. La question [illegible]. M. Adams constata, en outre, que la lumière [illegible]une impressionnait le sélénium, et M. Werner [illegible]uvrit même que certaines espèces particu[illegible]nt quelquefois des effets opposés de la part [illegible]t de la chaleur. Le même électricien put pré[illegible]illon de sélénium dont la résistance variait [illegible] le faisait passer de l'obscurité à une vive

[illegible]ns eut l'idée de profiter de cette propriété [illegible]otomètre d'un nouveau genre et d'une [illegible]. Le jeu en est aisé à comprendre. Un [illegible]sait, d'une manière continue, à la fois [illegible] un galvanomètre. Lorsque la lumière [illegible] sa résistance diminuait, et, par suite, [illegible]mentait. L'aiguille du galvanomètre [illegible]conçoit qu'il soit possible de graduer [illegible]instrument, afin de savoir qu'une [illegible]és représente une lumière de tant [illegible]construisit en [illegible]tificiel [illegible]ient à la lu[illegible]ient

aient souvent le même rôle, chimiquement parlant, ces deux métalloïdes offrent une grande dissemblance si l'on examine leurs propriétés électriques. Le tellure est un excellent conducteur de l'électricité; le sélénium est, comme Berzélius l'avait montré, une substance isolante.

Knox remarque pourtant, en 1837, que le sélénium devient conducteur lorsqu'il est fondu à l'aide de la chaleur. Hittorff, en 1852, montre que, même à des températures ordinaires, son pouvoir conducteur devient appréciable s'il se trouve sous une de ses formes allotropiques. Quand il est brusquement refroidi à partir de son point de fusion, il est isolant; alors la forme qu'il affecte est la forme vitrée, amorphe; sa couleur est brun foncé, noire à la lumière réfléchie, et sa surface est extrêmement brillante. En lames minces, il est transparent et paraît, à la lumière transmise, d'un magnifique rouge rubis.

Lorsque le sélénium est refroidi, au contraire, avec ménagement, ses caractères physiques sont tout autres. Sa couleur rappelle celle du plomb, sa structure est cristalline et ressemble à celle d'un métal. C'est sous cette forme que Hittorff l'a trouvé conducteur de l'électricité aux températures ordinaires. Il trouva aussi que sa résistance électrique subissait une décroissance continue lorsqu'on le chauffait jusqu'à la fusion et que cette résistance s'accroissait brusquement au passage de l'état solide à l'état liquide. On savait déjà que le sélénium, exposé aux rayons du soleil, passe de l'une de ses formes allotropiques à l'autre, et cette observation présente quelque importance pour ce qui nous reste à dire.

II.

Le sélénium était déjà connu depuis soixante ans environ et n'avait pu trouver à s'utiliser à aucun titre dans les arts. C'était une simple curiosité chimique. On le préparait en crayons cylindriques, la plupart du temps à l'état amorphe, c'est-à-dire la forme sous laquelle il est isolant.

M. Willoughby Smith crut que, en raison de sa grande résistance, cette substance pourrait lui rendre service dans un mode d'épreuve des câbles sous-marins qu'il avait imaginé. Ses expériences lui montrèrent qu'en effet cette résistance était considérable. Quelques crayons de sélénium accusaient une résistance de 1400 mégohms : c'était l'équivalent d'une ligne télégraphique de fil de fer de $0^m,004$ de diamètre qui unirait la Terre au Soleil ! Mais il fut reconnu que cette résistance était singulièrement variable, et l'on voulut trouver la cause de cette bizarrerie. Ce fut alors que M. May, préparateur de M. Willoughby Smith, découvrit que le sélénium était plus conducteur à la lumière que dans l'obscurité.

Afin de s'assurer que c'était bien un effet de la lumière et

que la température ne jouait aucun rôle dans ce phénomène, le sélénium fut entouré d'eau et les rayons lumineux ne l'atteignaient qu'après avoir traversé plusieurs centimètres de liquide. Même dans ces conditions, la simple approche d'une bougie allumée produisait une déviation relativement considérable de l'aiguille d'un galvanomètre dont le circuit comprenait une pile et la barre de sélénium. La lumière du magnésium en combustion réduisait la résistance totale à la moitié de sa valeur.

Au premier abord, ces résultats si inattendus rencontrèrent dans le monde savant, sinon de l'incrédulité, au moins quelque peu de scepticisme; mais ils ne tardèrent pas à être confirmés par les travaux du lieutenant Sale, de Draper, de Moss et de plusieurs autres physiciens.

M. Sale soumit le sélénium aux différentes radiations spectrales et observa que l'effet maximum se produisait au maximum de température. Mais M. Adams, du King's College, reconnut au contraire que le maximum a lieu en pleine lumière, c'est-à-dire en pleine radiation jaune verdâtre.

Lord Rosse, voulant élucider la question, plaça une barre de sélénium et une pile thermo-électrique dans des conditions identiques, afin de voir si la chaleur les influencerait de la même manière. Il les soumit à l'action de la chaleur obscure émanant de corps chauffés; il interposa, entre la source lumineuse et le sélénium, une cuve d'alun qui devait arrêter au passage les rayons calorifiques. Dans le premier cas, le galvanomètre montrait que la pile seule était influencée; dans le second cas, c'était au contraire le sélénium. La question était tranchée. M. Adams constata, en outre, que la lumière froide de la Lune impressionnait le sélénium, et M. Werner Siemens découvrit même que certaines espèces particulières subissaient quelquefois des effets opposés de la part de la lumière et de la chaleur. Le même électricien put préparer un échantillon de sélénium dont la résistance variait de 15 à 1 lorsqu'il le faisait passer de l'obscurité à une vive lumière.

M. Werner Siemens eut l'idée de profiter de cette propriété pour réaliser un photomètre d'un nouveau genre et d'une très grande sensibilité. Le jeu en est aisé à comprendre. Un courant constant traversait, d'une manière continue, à la fois une tige de sélénium et un galvanomètre. Lorsque la lumière tombait sur le sélénium, sa résistance diminuait, et, par suite, l'intensité du courant augmentait. L'aiguille du galvanomètre était alors déviée, et l'on conçoit qu'il soit possible de graduer empiriquement un tel instrument, afin de savoir qu'une déviation de tant de degrés représente une lumière de tant de becs Carcel. M. Siemens construisit encore un œil artificiel dont les paupières s'abaissaient à la lumière et s'ouvraient

dans l'obscurité, et dont on peut trouver la description dans ce recueil (1).

Les applications commençaient. De plusieurs côtés, on imaginait à la fois des dispositions, qui n'étaient, il faut l'avouer, que rarement mises à exécution, pour résoudre un autre problème des plus attrayants. Il s'agissait de faire pour la vue ce que le téléphone avait fait pour le son. Il fallait trouver le moyen de voir *électriquement* de Paris ce qui se passe au même moment aux antipodes ! Les gens confiants dans l'électricité (et il n'en manque pas) se mirent à la besogne et se torturèrent l'esprit pour arriver à découvrir la solution si désirée.

Il serait certainement malaisé de démontrer qu'un tel problème est insoluble, et, à vrai dire, il n'est pas probable qu'il le soit; mais il est difficile, à n'en pas douter, et les solutions ne furent pas trouvées.

Ces recherches donnèrent lieu pourtant à d'ingénieuses idées, qui méritent d'être mentionnées. M. Adriano de Paiva fut le premier peut-être à songer à une application de cette nature. Un journal américain avait annoncé l'apparition d'un certain *télectroscope,* fondé, comme le téléphone, sur la transmission électrique.

« Il se compose, dit l'article en question, de deux chambres, placées l'une au point de départ, l'autre au point d'arrivée. Ces chambres sont reliées entre elles par des fils métalliques *convenablement* (!) combinés. La paroi antérieure et interne de la chambre de départ est hérissée de fils imperceptibles dont l'extrémité apparente forme, par leur réunion, une surface plane. Si l'on place devant cette surface un objet quelconque, et si les vibrations lumineuses, répondant aux détails des formes et des couleurs de cet objet, sont saisies par chacun des fils conducteurs et transmises à un courant électrique, elles se reproduisent identiquement à l'extrémité de ces fils. »

Cette Note, évidemment, ne signifiait pas grand'chose, sinon que le germe d'une idée nouvelle était dans l'air. Il est aisé de décrire des appareils en parlant de conducteurs *convenablement* combinés, et notre conviction est que cette soi-disant invention n'a jamais reçu le moindre commencement d'exécution. Néanmoins M. A. de Paiva, y mettant du sien, la rendit un peu moins irréalisable en lui donnant un point d'appui scientifique, tiré justement des propriétés du sélénium. Une plaque de sélénium formait la plaque sensible.

« Ce corps (2), dit l'auteur, jouit d'une propriété récemment

(1) Voir la *Revue scientifique* du 2 septembre 1876, 2e série, t. XI, p. 228 : *Action de la lumière sur le sélénium*, par C.-W. Siemens.

(2) *La Télescopie électrique basée sur l'emploi du sélénium*, par A. de Paiva.

découverte. Interposé dans le circuit d'un galvanomètre et d'une pile, il fait dévier l'aiguille d'une manière notable, toutes les fois qu'un faisceau lumineux vient tomber sur lui. Ces déviations sont d'ailleurs différentes sous l'influence des diverses radiations du spectre, comme le montrent les nombres suivants :

Couleurs.	Déviations.
Ultra-violet	139
Violet	148
Bleu	158
Jaune	178
Rouge	188
Ultra-rouge	180

Évidemment, l'appareil de M. de Paiva présentait d'immenses difficultés d'exécution, peut-être insurmontables dans l'état actuel de la Science; mais enfin l'idée première pouvait se défendre.

M. Senlecq, d'Ardres, avait songé à un *télectroscope* moins ambitieux, puisqu'il n'aurait transmis au loin que des dessins exécutés à la main, en quelque sorte, et non, directement, des panoramas naturels. Mais, par contre, l'invention semblera plus réalisable. On va en juger :

« Cet appareil serait basé sur cette propriété que posséderait le sélénium d'offrir une résistance électrique variable et très sensible selon les différentes gradations de lumière.

» L'appareil consisterait dans une chambre noire ordinaire contenant au foyer une glace dépolie et un système de transmission de télégraphe autographique quelconque. La pointe traçante du transmetteur destinée à parcourir la surface de la glace dépolie serait formée d'un morceau de sélénium maintenu par deux ressorts faisant pince, communiquant l'un avec la pile, l'autre avec la ligne. La pointe de sélénium fermerait le circuit. En glissant sur les surfaces plus ou moins éclairées de la glace dépolie, cette pointe communiquerait, à des degrés différents et avec une grande sensibilité, les vibrations de la lumière.

» Le récepteur aurait également une pointe traçante en plombagine ou en crayon très tendre, reliée à une plaque très mince de fer doux maintenue à peu près comme dans les téléphones Bell, et vibrant devant un électro-aimant gouverné par le courant irrégulier émis dans la ligne. Ce crayon, appuyant sur une feuille de papier disposée de manière à recevoir l'impression de l'image produite dans la chambre noire, traduirait les vibrations de la plaque métallique par une pression plus ou moins accentuée sur cette feuille de papier.

» La pointe traçante en sélénium parcourrait-elle une surface éclairée, le courant augmenterait d'intensité, l'électro-

aimant du récepteur attirerait à lui avec plus de force la plaque vibrante, et le crayon exercerait moins de pression sur le papier. Le trait, alors formé, serait peu ou point apparent. Le contraire se produirait si la surface était obscure, car, la résistance du courant augmentant, l'attraction de l'aimant diminuerait et le crayon, pressant davantage le papier, y laisserait un trait plus noir. »

Cette description ne laisse-t-elle pas, en effet, peu de chose à désirer au point de vue scientifique? Ce télectroscope ne paraît pas aujourd'hui plus prodigieux que ne paraissait le téléphone de Bell lorsqu'il ne nous était encore connu que par les premières descriptions.

Il n'a pas tenu cependant les promesses que son inventeur en attendait. Le silence s'est fait sur lui, et ni M. Senlecq ni d'autres personnes qui avaient eu des idées analogues à la sienne n'ont mis le public à même d'expérimenter un instrument achevé ([1]).

III.

Nous arrivons maintenant au photophone de Graham Bell. Si le sélénium y est toujours mis à contribution comme dans les appareils précédents, le but est pourtant loin d'être le même. Bell n'a eu qu'un objectif : construire un téléphone qui n'eût pas besoin de conducteurs. Le problème a déjà de quoi tenter, et il paraît qu'il est, dès à présent, résolu d'une manière tout à fait satisfaissnte.

Tous les savants qui avaient étudié le sélénium, MM. Willoughby Smith, Sale, Draper, Moss, Adams, Rosse, Day, Sabini, Siemens, s'étaient tous servis du galvanomètre. Bell pensa à lui substituer son téléphone. Mais, ainsi qu'on le sait, ce téléphone ne peut accuser que des variations de courant et non pas l'existence de courants continus, si puissants qu'ils soient. C'est seulement lorsque le courant devient plus fort ou plus faible que la membrane de fer s'abaisse ou se relève et rend un son. Si donc on veut constater la présence d'un courant dans un circuit téléphonique, il faut interrompre ce courant un grand nombre de fois pendant un temps très court, de manière à produire une suite de courants intermittents. Au lieu d'interruptions, de simples modifications dans l'intensité du courant impressionnent aussi le récepteur, quoiqu'à un moindre degré. Ajoutons que des courants, trop faibles pour être révélés par le téléphone lorsque le circuit est coupé et rétabli une seule fois, deviennent perceptibles

---

([1]) M. Bell cite, comme ayant songé à des applications de même nature, M. Sargent, de Philadelphie, et M. David Brown, de Londres. Leurs travaux nous sont inconnus.

lorsque les ouvertures du circuit se répètent fréquemment et à court intervalle.

Afin de rendre sensibles les propriétés du sélénium à l'aide de son appareil, Bell disposa son expérience comme il suit. Un crayon de sélénium fut traversé par le courant continu d'une pile et placé dans le circuit d'un téléphone articulant. On faisait tomber sur le sélénium un rayon de lumière éclipsé un grand nombre de fois dans l'espace d'une seconde, autrement dit une série d'émissions lumineuses successives et très rapprochées. Chacune de ces émissions causait une variation dans la résistance du sélénium, et par suite dans l'intensité du courant dont le circuit était le siège. Le téléphone qui se trouvait placé dans ce circuit subissait donc des alternatives d'aimantation correspondantes.

S'il se produit de la sorte 435 éclairs, 435 variations de courant s'ensuivront et la plaque du téléphone récepteur exécutera 435 vibrations, c'est-à-dire la note *la* du diapason normal. Cette disposition pourra donc servir à transmettre les sons musicaux. Il reste à savoir si le timbre de ces sons peut aussi se transmettre ou, ce qui revient au même, si la voix humaine peut être ainsi perçue avec toutes ses finesses.

Pour y parvenir, Bell dispose deux petites lames voisines et parallèles L, L' (*fig.* 2) percées de fentes étroites *f, f'* absolument en regard l'une de l'autre, de manière qu'un faisceau lumineux puisse les traverser librement. L'une de ces lames L est solidaire d'un support fixe, tandis que l'autre dépend d'une membrane téléphonique mince M à laquelle elle est perpendiculaire. Lorsqu'on parle contre cette membrane, celle-ci vibre et entraîne la lame dans tous ses mouvements. Mais alors les deux fentes cessent d'être en regard et le faisceau lumineux se trouve éclipsé à certains instants, en entier ou en partie. En somme, ce faisceau subit constamment, dans son intensité, des variations qui correspondent rigoureusement aux diverses amplitudes des vibrations de la membrane. C'est ce que Bell appelle un rayon de lumière *ondulatoire*. Voilà pour la station transmettrice.

A l'autre station, séparée de la première par une distance quelconque, on a disposé l'appareil récepteur (*fig.* 1), qui se compose du sélénium, de la pile et du téléphone articulant. Le rayon ondulatoire dirigé sur le sélénium l'impressionne à chaque instant en raison de son intensité. Il s'ensuit des variations *ondulatoires* de la résistance du métalloïde et des vibrations correspondantes dans le téléphone. En un mot, on entend par ce téléphone les paroles prononcées vis-à-vis de la membrane de la première station.

Bell cite une expérience faite à la distance de 213^{m}. Son aide, M. Tainter, se trouvait dans les combles de la maison d'école de Franklin, à Washington, et le système récepteur

était placé à la fenêtre de son laboratoire, 1325, L. street. Il raconte avoir entendu distinctement les paroles suivantes, en plaçant le téléphone à son oreille :

« Mr Bell, if you hear what I say, come to the window and wave your hat. »

(Monsieur Bell, si vous entendez ce que je vous dis, venez à la fenêtre et agitez votre chapeau.)

En présence d'une relation aussi précise, il n'y a plus qu'à s'incliner et à croire, tout miraculeux que puisse paraître le photophone.

Mais, pour en arriver là, Bell a rencontré un certain nombre de difficultés dont il a dû commencer par triompher.

Lorsqu'il entreprit l'ordre de recherches qui vient de le

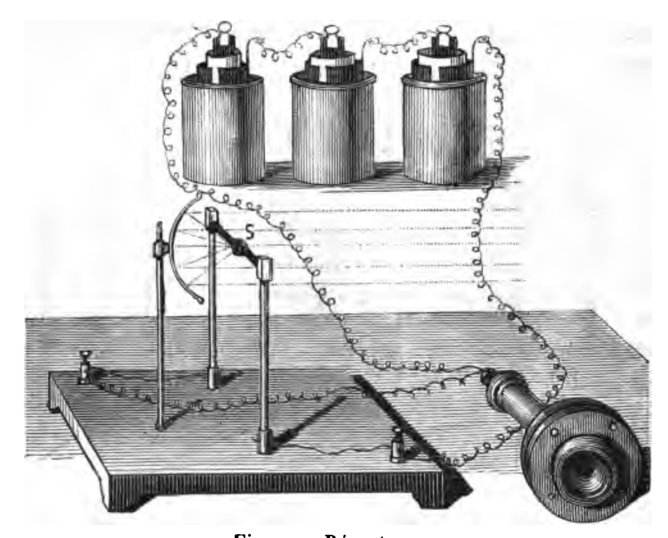


Fig. 1. — Récepteur.

conduire à un si magnifique résultat, il reconnut que le sélénium possédait une résistance de beaucoup supérieure à celle de ses téléphones, ce qui constituait un premier obstacle à une bonne réussite. Il dut s'occuper de réduire cette résistance et de construire des téléphones en rapport avec les conditions nouvelles qui s'imposaient à lui.

Cette grande résistance provenait, paraît-il, de deux causes distinctes : en premier lieu, de la forme physique du sélénium, et, en second lieu, de la nature du métal en contact direct avec lui.

Bell réussit à modifier quelque peu la forme cristalline et put ainsi réduire la résistance d'un même échantillon de 250000 ohms à 300 ohms (dans l'obscurité). Au jour, la résistance baissait encore à 155 ohms. Ces premiers progrès le mirent à même d'annoncer à l'Institution royale de la Grande-

Bretagne, dans la séance du 17 mai 1878, qu'il était possible *d'entendre l'ombre et la lumière* au moyen du sélénium!

C était en général de platine qu'on se servait pour prendre contact sur le sélénium, afin de compléter le circuit. Bell reconnut qu'il est impossible d'obtenir un bon contact dans ces conditions, et il a augmenté la conductibilité de ces points d'attache en se servant de laiton. Il suppose qu'il s'exerce entre le sélénium et le laiton une action chimique favorable à l'intimité de leur contact. Il compare le sélénium fondu à l'eau, qui ne *touche* réellement bien que les substances qu'elle mouille et non les substances grasses.

La préparation qui permet d'obtenir le sélénium à l'état de conductibilité convenable consiste à le soumettre à la chaleur d'un four à gaz. On observe l'aspect de sa surface, et il arrive un moment où celle-ci se ternit comme par une buée et qu'elle

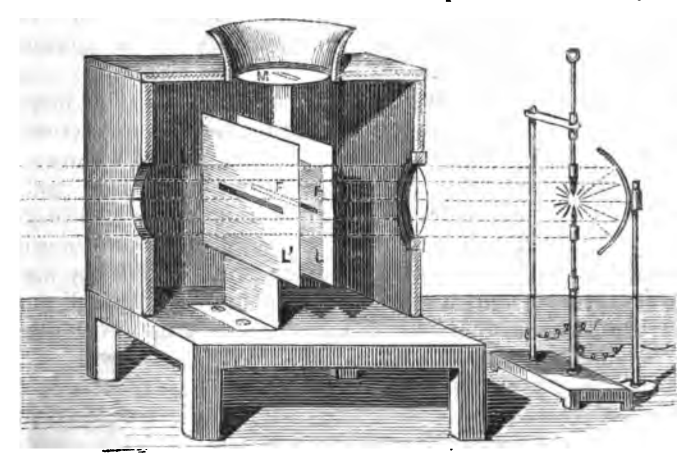


Fig. 2. — Transmetteur. (Afin de mieux distinguer les organes du tranmsetteur les proportions de l'appareil n'ont pas été respectées.)

prend une apparence métallique et cristalline. Alors on retire le sélénium du four et on le laisse se refroidir au dehors. L'opération dure quelques minutes en tout, et il n'est pas besoin, en réalité, d'opérer le refroidissement avec lenteur, comme l'avaient recommandé les précédents expérimentateurs.

Vu au microscope, le sélénium obtenu de cette manière offre l'aspect de « flaques de neige grisâtres sur un sol de rubis ». Si l'action de la chaleur avait été prolongée, le microscope aurait montré comme une foule de cristaux pris en masse, analogues aux basaltes.

Préparé ainsi, le sélénium présente la conductibilité désirable. Mais il est une autre condition non moins importante qu'il est nécessaire de réaliser. Le sélénium ne doit pas seu-

lement être bon conducteur, il doit encore être sensible aux influences les plus rapides, les plus courtes de la lumière, car, s'il exigeait un temps appréciable, mesurable pour mieux dire, pour modifier sa résistance sous l'action d'un rayon lumineux, il serait impuissant à traduire toutes les nuances incessamment variables de ce dernier, et le timbre au moins, si ce n'est la note elle-même, ne pourrait en aucune façon se transmettre.

L'impression lumineuse est, sans nul doute, superficielle. Il faut donc tailler le sélénium suivant des formes qui présentent une surface immense eu égard à leur masse. C'est ce à quoi M. W. Siemens avait déjà songé lorsqu'il préparait pour ses expériences le sélénium en forme de spirale plane très mince et très resserrée.

Plus de cinquante appareils de genres différents ont été expérimentés par Bell, à seule fin de produire des variations d'intensité dans un faisceau lumineux. Nous en passerons quelques-uns en revue.

Tout d'abord, on doit remarquer que la source de lumière peut être directement influencée de manière à augmenter ou diminuer son intensité. C'est ce qu'on pourrait faire, par exemple, en agissant sur le robinet d'un conduit de gaz. On pourrait aussi agir sur un rayon lumineux d'intensité constante à l'aide d'un écran qui masquerait ou démasquerait la lumière en un point quelconque de son parcours. C'est ce dernier procédé qui a paru le plus commode; mais il donne lieu lui-même à de nombreux dispositifs très différents les uns des autres.

La lumière pourrait encore être polarisée, et, dans ce cas, on la modifierait par des influences magnétiques ou électriques, à la façon de Faraday.

Une autre méthode consisterait à faire passer la lumière à travers une lentille à foyer variable, comme celle du Dr Cusco.

Mais la meilleure disposition, parmi toutes celles qui ont été essayées, consiste à faire réfléchir le faisceau lumineux sur un miroir plan et flexible, tel qu'une feuille de mica argenté ou de verre mince. On parle alors contre ce miroir, et ce sont ses propres vibrations qui modifient constamment la direction du rayon réfléchi.

Quant à la source de lumière, on s'est servi du Soleil, dont les rayons, concentrés à l'aide d'une lentille sur le miroir, étaient rendus parallèles par une autre lentille aussitôt après leur réflexion. Mais les transmissions se produisent également lorsqu'on emploie un foyer électrique et même une lampe à gaz ou à pétrole.

A l'arrivée, les rayons étaient reçus dans un réflecteur parabolique qui les obligeait tous à concourir au même point,

son foyer, où se trouvait placé le fragment de sélénium à impressionner. Comme précédemment, ce dernier faisait partie du circuit d'une pile et d'un téléphone ordinaire.

IV.

Bell a cherché à déterminer la nature des radiations en jeu dans ces phénomènes si remarquables. Il a, à cet effet, disposé ses expériences d'une manière un peu différente de celle que nous venons de décrire.

Les éclipses successives de lumière étaient produites à l'aide d'un disque ordinaire de phénakisticope, c'est-à-dire d'un disque percé de fenêtres sur tout son pourtour et animé d'un mouvement rapide de rotation. Les sons obtenus ainsi dans le téléphone récepteur avaient une intensité relativement considérable. Si la vitesse de rotation était assez grande et uniforme, on entendait une certaine note, toujours la même; si la vitesse augmentait, le son s'élevait, et, si la vitesse diminuait, le son s'abaissait. En plaçant la main sur le trajet de la lumière, aucun bruit n'était plus perçu. Si la main obturait le faisceau lumineux à des intervalles déterminés correspondant à une et deux secondes, par exemple, on entendait des bruits brefs ou prolongés comme ceux qui dans les parleurs télégraphiques correspondent aux signaux de l'alphabet Morse. Voilà, en passant, une ingénieuse application du photophone à la télégraphie ordinaire.

Les choses ainsi disposées, diverses substances absorbantes furent placées sur le trajet du pinceau lumineux. On reconnut de cette façon qu'une solution d'alun ou de sulfure de carbone n'affaiblit que dans une faible mesure l'intensité des sons, tandis que du sulfure de carbone contenant de l'iode en dissolution les arrête d'une manière presque absolue. Les écrans opaques semblent devoir arrêter également toute espèce de transmission; cependant Bell affirme qu'une feuille mince de caoutchouc placée entre la source de lumière et le disque tournant n'empêche pas complètement le phénomène sonore de se produire, bien que l'on paraisse agir sur un faisceau obscur. Il serait prématuré, sans de nouvelles et nombreuses expériences, de se prononcer sur la nature de ces radiations efficaces, quoique obscures; mais il est difficile de mettre en doute leur influence, puisque le photophone a fonctionné malgré un écran composé de deux feuilles de caoutchouc séparées l'une de l'autre par une cuve d'alun en dissolution saturée.

Nous n'en avons pas fini avec les faits surprenants que nous révèle Bell. Si l'on fait tomber sur une feuille de caoutchouc le rayon de lumière rendu *vibratoire,* pour ainsi dire, par le disque perforé, cette feuille de caoutchouc

rend un son, comme il est facile de s'en assurer en en approchant l'oreille. Le sélénium taillé en lame mince jouit encore de la même propriété! et non seulement le sélénium, mais encore l'or, l'argent, le platine, le fer, l'acier, le laiton, le cuivre, le zinc, le plomb, l'antimoine, le maillechort, les alliages de Jenkin et de Babbitt, l'ivoire, le celluloïde, la gutta-percha, le papier, le parchemin, le bois, le mica et le verre argenté!! Les seules substances absolument réfractaires ont été le charbon et le verre mince, et pourtant Bell pense qu'il est là en présence d'une propriété nouvelle et générale des corps. Il pense que toute espèce de substance est capable de rendre un son sous l'action d'une lumière scintillante. Il affirme avoir entendu distinctement des sons suffisamment nets à travers des tubes de caoutchouc, de laiton et de bois qui, d'abord éclairés par la lumière du Soleil, étaient tout à coup plongés dans l'obscurité.

Vraiment, si l'on n'avait pas affaire à Bell, à l'inventeur de ce téléphone auquel personne ne croyait avant son apparition, on serait en droit de refuser toute créance à la Communication qu'il vient de faire au Congrès de Boston.

V.

Le photophone prouve une fois de plus que toute cause capable de modifier les propriétés électriques des corps peut servir à réaliser un téléphone articulant.

Ces modifications peuvent viser la force électromotrice; alors aucune pile, aucune énergie extérieure ne sera mise à contribution; c'est le cas du téléphone de Bell et le cas du téléphone à mercure.

Elles peuvent viser la capacité des corps, et, dans ce cas, aucune dépense d'énergie extérieure ne serait nécessaire. Il n'existe pas d'ailleurs de téléphone fondé sur les variations de capacité, bien que des essais aient été tentés dans ce sens par plusieurs physiciens.

Elles peuvent encore viser la résistance des corps; alors il est indispensable d'introduire un courant électrique, c'est-à-dire une énergie extérieure, dans le système : c'est le cas du microphone, du téléphone d'Edison, et c'est le cas aussi du photophone sujet de cette étude.

Mais, si ces divers procédés rendent possible la transmission ou la reproduction de la voix humaine, c'est aussi grâce à la délicatesse prodigieuse de notre ouïe. Aucune méthode connue d'amplification n'a été capable de révéler physiquement les déplacements vibratoires d'une membrane téléphonique réceptrice lorsque celle-ci servait à recueillir, non une note musicale, mais la parole, et cependant ces déplacements existent. Cela prouve donc uniquement qu'ils sont d'une

amplitude extraordinairement petite. C'est justement là le secret de la possibilité des téléphones. Pour des variations si faibles, d'un jeu si peu étendu, l'élasticité des lames métalliques, la pression de deux substances déjà en contact, la résistance électrique d'un conducteur, la sensibilité à la lumière, etc., peuvent être considérées comme rigoureusement proportionnelles aux causes qui les forcent à se modifier; en d'autres termes, les effets sont dans la plus complète dépendance des causes.

Cela explique aussi pourquoi il est si difficile d'augmenter la puissance des téléphones au delà d'une certaine limite. Passé une certaine amplitude, la dépendance en question n'existe plus, les appareils fonctionnent mal.

Quelles pourront être les applications pratiques du photophone ?

Il est toujours dangereux de risquer des prophéties, qu'elles soient optimistes ou pessimistes. Nous croyons pourtant que le photophone ne détrônera pas le téléphone. Sans doute il est éminemment commode de pouvoir transmettre des messages sans l'intermédiaire de conducteurs coûteux, embarrassants et sujets à des accidents; mais ces conducteurs peuvent suivre des chemins détournés, tandis qu'un rayon lumineux devra toujours être rectiligne. Il sera nécessaire, pour correspondre par le photophone, de disposer les deux stations de manière qu'aucun obstacle opaque, aucun mur, aucune maison, aucune montagne ne les sépare, ne coupe la ligne droite qui les réunit. On pourrait certainement se servir de réflecteurs, de miroirs métalliques ou autres, pour dévier le rayon, si cela est absolument indispensable; mais ces réflexions absorberaient une notable part du faisceau incident, et, lui enlevant la puissance, elles en réduiraient la portée.

Et cependant serait-il absurde d'espérer qu'on puisse arriver un jour à établir de véritables relais photophoniques ? Non certainement, au point de vue théorique. Qui pourrait empêcher le rayon lumineux d'impressionner un récepteur de sélénium dont la membrane agirait à son tour sur un rayon appartenant à une nouvelle source locale de lumière, et ainsi de suite ? Nous ne voyons pas *a priori* d'objection scientifique au fonctionnement de ces relais successifs, et leur réalisation, si elle est jamais possible, permettra alors de mettre en correspondance deux points quelconques, sans les astreindre à se voir l'un l'autre suivant une ligne rigoureusement droite.

Mais les expériences manquent à cet égard. Bell n'en parle pas, et c'est une simple espérance, un peu téméraire, que nous nous risquons à formuler.

Au point de vue pratique, les communications photophoniques pourraient être moins coûteuses, surtout en France, que celles qui requièrent des circuits métalliques. L'Etat, se

fondant sur ce que le monopole des télégraphes lui appartient, a assimilé les téléphones à ces télégraphes et exige des redevances absolument exagérées sur toutes les lignes téléphoniques qui desservent les correspondances particulières. Ce faisant, l'État a enrayé, dans une mesure considérable, le progrès qui devait résulter des merveilleuses découvertes de Bell et d'Edison, et des travaux auxquels celles-ci ont donné naissance.

L'Etat oserait-il encore assimiler des rayons de lumière à des conducteurs ? Nous nous refusons à le croire, et, si nous ne nous trompons pas sur ce point, le photophone pourrait être d'un usage relativement avantageux.

En dehors des applications publiques ou privées, il resterait encore bien des cas où cet appareil serait capable de rendre de réels services. Nos lecteurs se rappellent sans doute les travaux géodésiques accomplis par le colonel Perrier et le général Ibañez, pour relier, par des triangulations directes, l'Espagne à l'Algérie.

Les feux électriques de la Sierra-Nevada et des montagnes africaines étaient réciproquement visibles pour ces deux stations. Eh bien, n'aurait-on pas pu utiliser ces mêmes feux pour se parler d'Espagne en Algérie au moyen du photophone ?

Le téléphone avait déjà paru faire mentir les lois de la Physique qui assignent une durée notable à la propagation des sons.

Le photophone semble mettre en défaut un autre dogme scientifique beaucoup plus absolu. On enseigne, en effet, que les sons ne se propagent pas dans le vide éthéré. Mais, puisque la lumière se transmet dans le vide aussi bien et même mieux qu'elle ne se transmet à travers l'atmosphère, est-il possible de dire plus longtemps que la parole ne se propage pas dans le vide ?

Nota. — Je reçois de M. Bell de nouveaux renseignements. Dans un prochain numéro, je décrirai les appareils photophoniques sous leurs formes réelles, principalement les récepteurs en sélénium, qui n'ont été que très sommairement décrits dans cette Note.

Photomètre a grisou.

Il ne manque pas d'instruments concernant cette importante question du *grisou* qui, d'après leurs inventeurs, donnent la solution du problème, tant qu'on ne sort pas d'un laboratoire, et perdent toutes leurs vertus dès qu'on opère sur le terrain. Les méthodes purement physiques ont donné lieu en Angleterre à diverses applications, parmi lesquelles il convient de citer l'appareil de M. Forbes, fondé sur les lois de l'Acoustique, et l'appareil de M. Wilson, établi sur le même

principe que l'instrument de Physique connu sous le nom de *baroscope*. En France, c'est à la Chimie que se sont adressés particulièrement les inventeurs, et le grisoumètre à fil de palladium de M. Coquillion a prouvé quel parti on peut tirer de certaines réactions simples, à la condition toutefois de ne pas y mettre de la mauvaise volonté.

Dans le photomètre à grisou que nous allons décrire, M. E.-H. Liveng a utilisé à la fois les ressources de la Physique et de la Chimie. Il a fait intervenir le courant électrique pour déterminer la combustion du grisou et produire des phénomènes lumineux dont il compare les intensités au moyen d'une disposition photométrique ingénieuse.

Voilà qui semble *a priori* bien recherché pour un appareil destiné à être mis entre les mains du premier ouvrier venu; mais la simplicité des dispositions adoptées et, d'ailleurs, l'exactitude des indications ne sauraient être obtenues sans quelque effort d'intelligence dans toutes les méthodes.

D'après l'inventeur, les appareils fondés sur des données purement physiques, tels que ceux de M. Forbes et de M. Ansell, sont insuffisants, parce qu'il est possible de modifier les propriétés physiques d'un mélange gazeux sans que les propriétés combustibles et détonantes soient sensiblement altérées.

La présence de 6 pour 100 de grisou dans l'air atmosphérique suffit à le rendre explosif dans la direction verticale, et la proportion d'acide carbonique peut varier de 1 à 15 pour 100 sans que le mélange perde cette propriété. De l'air atmosphérique contenant 8 pour 100 de grisou et 8 pour 100 d'acide carbonique est fortement explosif, et cependant les indicateurs physiques permettraient de considérer un pareil mélange comme inoffensif en ne révélant pas la présence du gaz inflammable.

Les indications de la flamme, tout en étant plus sûres, sont loin d'être suffisantes, car elles ne renseignent pas exactement sur la proportion du grisou. D'ailleurs, leur inefficacité ressort du fait même que ce procédé est connu depuis longtemps et n'a jamais permis d'éviter un accident. La modification de la flamme qui avertit de la présence du gaz explosif disparaît souvent lorsque l'atmosphère de la galerie devient réellement dangereuse.

M. Liveing a été guidé dans la construction de son appareil par le fait suivant : si l'on porte un fil de platine au rouge par le passage d'un courant électrique, l'incandescence sera, dans un mélange d'air et de grisou, plus vive que dans l'air pur et d'autant plus vive que la proportion de grisou sera plus forte. Ce phénomène a probablement sa raison d'être dans la combinaison de l'hydrogène et du platine, analogue à celle qui prend naissance entre le palladium et l'hydrogène dans le

grisoumètre de M. Coquillion, et déterminée par l'élévation de température produite par le courant.

On conçoit que, si l'on choisit comme terme de comparaison l'éclat du fil de platine incandescent dans l'air pur, et qu'on observe successivement les éclats d'un fil de platine de même diamètre et de même longueur, porté à l'incandescence par un courant de même énergie dans des mélanges préparés d'air et de grisou, on pourra établir une relation entre le phénomène lumineux observé et la proportion de gaz explosif d'un mélange.

Voici les dispositions adoptées par M. Liveing pour rendre la comparaison facile. Deux spirales de fil de platine placées dans le même circuit sont parcourues par le courant d'une petite machine magnéto-électrique mue à la main. Les deux fils, ayant la même résistance et la même surface de refroidissement, sont également chauffés par le courant et offrent le même éclat dans l'air pur : l'un est enfermé dans un tube de laiton contenant de l'air pur; l'autre est enfermé dans une toile métallique par laquelle peut pénétrer l'air de la galerie. A leurs extrémités, les deux tubes sont munis de glaces.

Pour mesurer la différence d'éclat des deux spirales, on a recours à un photomètre très simple, composé d'un écran en forme de coin, dont les surfaces latérales, formées de papier huilé, reçoivent les rayons de la spirale logée à l'intérieur de la toile métallique. Ces deux plans inclinés sont vus au moyen d'un tube, qui, en même temps que l'écran et le tube extérieur, peut être déplacé longitudinalement, de manière à produire sur l'œil l'égalité des deux impressions lumineuses. Une graduation empirique tracée sur le tube permet de déduire de la position définitive la proportion de grisou contenue dans le mélange soumis à l'essai.

Sans vouloir attribuer aux chiffres correspondant à ces différences une valeur absolue, on trouve que le phénomène est assez net pour que l'œil le moins exercé en soit frappé.

Le photomètre à grisou dont nous venons de présenter la description a été soumis à la Société de Physique de Londres; il nous paraît appelé à rendre de grands services dans l'exploitation des mines de houille, où le grisou continue à faire de nombreuses victimes.

Le Gérant, E. Cottin.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

17 OCTOBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 29.

Considérations sur la pesanteur.

Un des membres fondateurs de l'Association scientifique, M. **Amédée Guillemin**, publie en ce moment, sous le titre suivant : *Le monde physique* (¹), un Ouvrage intéressant, dont on pourra apprécier le mérite par la lecture du Chapitre suivant, que nous en extrayons.

Les idées des anciens sur la pesanteur. — De toutes les parties de la Physique, c'est la science de la pesanteur qui a été la première constituée. Il n'y a pas très longtemps toutefois, puisque les expériences de Galilée sur le pendule et sur la chute des corps graves remontent à peine à trois siècles. Il serait sans doute excessif de dire que pour la première fois alors on substituait aux *a priori* de l'École la méthode sûre et féconde de l'observation expérimentale, puisque dix-huit cents ans plus tôt Archimède avait donné un mémorable exemple, malheureusement peu suivi. Mais c'est bien aux dernières années du seizième siècle qu'il faut faire remonter la Physique moderne et les premières observations, les premières expériences qui ont fourni au calcul des éléments assez précis pour servir de fondements solides à la théorie de la pesanteur.

Avant Galilée, on répétait dans toutes les écoles tout ce qu'Aristote avait écrit, dans son traité *de Cœlo*, sur la pesanteur, c'est-à-dire une foule de formules vagues, creuses quand elles n'étaient point fausses, et elles l'étaient le plus souvent. Il serait fastidieux de les répéter, même en les résumant. Retenons-en seulement quelques points.

Pour Aristote, comme pour bien des gens qui n'ont aucune notion de Physique, la pesanteur et la légèreté étaient des qualités appartenant absolument à certaines substances. Est *pesant*

(¹) Un volume grand in-8°, avec planches et figures dans le texte, chez Hachette et Cie.

tout ce qui est porté vers le centre, et il entendait par là le centre du monde qu'occupe la Terre; est *léger* tout ce qui s'éloigne du centre. La *terre* (l'un des quatre éléments, celui qui résumait la solidité) est pesante; le *feu* est léger, car le feu se porte naturellement hors du centre, vers le haut, vers la circonférence ou le ciel. Quant aux éléments intermédiaires, l'eau et l'air (c'est-à-dire les liquides, les gaz; pour les anciens le feu était d'une nature toute spéciale), ils ne sont ni légers ni pesants d'une manière absolue : c'est un mélange de légèreté et de pesanteur, où prédomine tantôt l'une, tantôt l'autre qualité; ainsi l'eau, pesante dans l'air, est légère dans la terre, etc. L'accélération de la chute des graves n'était pas inconnue des anciens. Ils avaient observé, sans la mesurer, la vitesse croissante d'un corps qui tombe dans l'air. Aristote dit nettement : « La terre (l'élément solide) est animée d'un mouvement d'autant plus rapide qu'elle se rapproche davantage du centre. » Il est vrai qu'il en dit autant du feu, « à mesure qu'il se rapproche du haut », et que rien ne prouve que les anciens aient eu une idée bien nette de cette accélération. Ils l'attribuaient probablement au poids des corps, comme semble le prouver cet autre passage : « De même que le corps entraîné plus bas qu'un autre par sa vitesse *acquiert de la vitesse par son propre poids.* » Du reste, ils admettaient, et l'on a persisté dans cette erreur jusqu'à Galilée, que la vitesse de chute était proportionnelle aux masses : « Une masse plus grande de terre, dit Aristote, va d'autant plus vite au lieu qui lui est propre. » Lucrèce toutefois a le premier suggéré l'idée que la différence de vitesse des corps de masses inégales qui tombent d'une même hauteur était due à la résistance de l'air; parlant du mouvement des atômes, il dit que « tous doivent tomber également vite dans le vide, bien qu'ils aient des poids inégaux. »

Quant à l'idée que les corps célestes sont eux-mêmes soumis à la pesanteur, elle était en contradiction avec les systèmes des anciens, qui considéraient la substance de ces corps comme un feu pur, comme un élément incorruptible. On cite toutefois l'opinion d'Anaxagore, qui, frappé de la chute d'un aérolithe, regardait les astres comme des corps pesants, que la rapidité du mouvement circulaire empêche seule de tomber sur la Terre. C'est la même pensée exprimée nettement par Plutarque dans la vie de Lysandre, et aussi dans ce passage de l'ouvrage intitulé : *De facie in orbe Lunæ* (de la face qui paraît dans le disque de la Lune : « La Lune a pourtant un secours contre la force qui la sollicite à tomber : c'est son mouvement même et la rapidité de sa révolution, comme les objets placés dans une fronde ne peuvent tomber, grâce au mouvement gyratoire qui les entraîne. »

Une pierre qui tombe, le mouvement périodique d'un fil à

plomb qui oscille autour de son point de suspension, un jet de fumée ou de vapeur qui s'élève dans l'air, ou encore un morceau de liège qu'on laisse échapper du fond d'un vase et qui remonte à la surface du liquide où il est plongé, voilà autant de faits d'une simplicité, j'allais dire d'une banalité telle, que nous sommes naturellement portés à les considérer comme nécessaires. Qui songe à se demander pourquoi les corps pèsent, quelle est la cause de leur chute, de leur ascension dans l'air ou dans l'eau, de la pression qu'ils exercent sur leurs appuis ? Qui ne verrait un miracle dans le fait d'une masse de matière soustraite à la pesanteur, persistant à demeurer en l'air, quand on l'abandonnerait à elle-même ?

La plupart d'entre nous, en présence de telles questions, justifieraient volontiers le mot de d'Alembert. On s'étonne cependant quand, pour la première fois, on aperçoit le mouvement qui entraîne une parcelle de fer vers le pôle d'un aimant, ou la répulsion que ce même aimant produit sur l'une des pointes d'une aiguille aimantée. Alors même que ces attractions et répulsions magnétiques nous sont devenues familières, n'est-il pas vrai que notre esprit reste en suspens devant ces phénomènes ? Nous nous demandons quelle force mystérieuse leur donne naissance, quel invisible lien unit à distance le pôle d'un aimant à la masse de fer qu'il attire, la pointe de l'aiguille de la boussole au point du globe terrestre vers lequel elle se dirige. On ne peut empêcher la pensée de scruter ce phénomène singulier : on en cherche la cause.

Or, à moins d'avoir étudié, réfléchi longtemps, personne n'est porté à se faire des questions pareilles au sujet de la chute d'un corps, de cette attraction non moins mystérieuse qui précipite toute masse matérielle sur le sol, suivant une direction non moins invariable que celle de l'aiguille magnétique. Pourquoi cette différence ? L'esprit ne se trouve-t-il point, dans les deux cas, en présence de phénomènes qui, scientifiquement et philosophiquement, sont assurément de même ordre, et aussi étonnants l'un que l'autre ? Cela nous semble de toute évidence. Seulement, les phénomènes de pesanteur paraissent affecter universellement tous les corps, toutes les parcelles de matière que nous rencontrons à la surface du globe terrestre, et nous les étendons volontiers par la pensée à tous les corps qui échappent, par leur distance, à notre investigation directe. Au contraire, l'aimantation, les phénomènes de répulsion ou d'attraction magnétique sont relativement rares, semblent attachés à une seule espèce de substances peu répandues dans la nature, ou bien exigent des préparations ou opérations spéciales, quand on veut les obtenir artificiellement. Les phénomènes magnétiques, en un mot, presque inconnus du vulgaire, nous sur-

prennent précisément parce qu'ils se manifestent comme d'apparentes dérogations à la loi générale de la pesanteur.

C'est donc une question d'un haut intérêt que celle-ci : Pourquoi les corps tombent-ils ? En d'autres termes, qu'est-ce que la pesanteur, où quelle est la cause de la pesanteur ? il n'est pas prouvé que la science soit en état, même aujourd'hui, de résoudre un tel problème. Les causes des phénomènes nous échappent; c'est beaucoup d'en connaître toutes les particularités; c'est plus encore d'en déterminer les lois; c'est tout ce que nous pouvons faire de rattacher ces lois multiples à une loi plus générale, dont le principe est considéré par nous comme la cause de tous les faits particuliers. Voilà précisément ce qui est arrivé pour la pesanteur. On a longtemps spéculé en vain, parce qu'on n'étudiait pas, ou qu'on n'observait qu'imparfaitement les phénomènes. Peu à peu on a réussi à les mieux connaître, à en trouver et formuler les lois; on a étendu ces lois; par la plus hardie des généralisations, on a rattaché les phénomènes de pesanteur terrestre aux mouvements des astres. De la pesanteur, on a conclu la gravitation universelle.

Pour résoudre des questions aussi importantes, il a fallu abandonner les hypothèses stériles, observer et expérimenter au lieu d'imaginer. A la question : pourquoi les corps tombent-ils ? on a heureusement substitué la question plus simple, plus accessible en tout cas : comment les corps tombent-ils ? Même ainsi restreinte, la question n'était pas d'une solution facile.

Tout d'abord on se heurtait à des préjugés pour ainsi dire invincibles.

Aujourd'hui, on considère la pesanteur comme une propriété de toute matière, sinon essentielle, du moins générale, et pour tout dire universelle. Or, dans l'antiquité et jusqu'à Galilée, c'est-à-dire jusqu'à la naissance de la Physique expérimentale, on distinguait entre les corps : on voyait les uns tomber, les autres au contraire s'élever; il y avait donc des corps *lourds* et des corps *légers* d'une façon absolue. On a vu, dans le paragraphe qui précède, que telle est la manière de voir d'Aristote.

Ces notions nous paraissent bizarres aujourd'hui et enfantines. Qu'était-ce autre chose qu'une interprétation de faits incomplètement observés, qu'un mélange incohérent d'idées justes et d'hypothèses arbitraires ? Il y avait des vues exactes dans la théorie d'Aristote sur la pesanteur : entre autres, celle qui définissait la pesanteur comme une tendance des corps lourds vers le centre de la Terre, dont il admettait d'ailleurs la sphéricité. Or c'est précisément cette double vérité que l'ignorance et le préjugé repoussèrent pendant de longs siècles. Comment concilier la forme arrondie de la Terre, son isolement dans l'espace avec l'universalité de la pesanteur à sa surface ?

Comment la réunion de tous les corps pesants, le point d'appui universel ne tombe-t-il pas lui-même, si cette masse est isolée, non soutenue ? Les hommes, même ceux qui passaient leur vie à étudier, plus souvent, il est vrai, dans les livres que dans la nature, ont été longtemps des enfants ; combien le sont encore ? Or interrogez un enfant qui réfléchit, avant qu'il ait reçu de telles notions de son professeur, essayez de lui faire comprendre que la Terre est ronde, et qu'elle est, sur tout son pourtour, constituée de la même manière, avec de l'eau, la mer, les rivières et les fleuves, les rochers et les montagnes à sa surface ; dites-lui qu'elle est partout habitée par des animaux et des hommes. Comment se peut-il faire, vous objectera-t-il (que de fois ne l'avons-nous pas entendu dire à de grandes personnes !), que ces hommes se tiennent les pieds en haut, la tête en bas, comment l'eau ne se dissipe-t-elle point dans l'air... etc. ? C'est la fameuse question de l'existence des antipodes, si controversée au moyen âge, et qui n'a été bien affirmativement résolue que par les preuves expérimentales, par les témoignages réitérés des voyageurs et des marins ayant accompli les premières circumnavigations.

Ainsi se tiennent toutes les vérités de l'ordre scientifique. La rondeur de la Terre démontrée, il fallut se rendre à l'évidence, et admettre que toutes les directions de la pesanteur convergent vers le centre du globe. Le mot *tomber* prit un sens plus général ; le *haut* et le *bas* devinrent des expressions toutes relatives. La Terre étant sphérique, ou du moins sphéroïdale, c'est vers un point intérieur, vers son centre que tendent toutes les particules matérielles sous l'influence de la pesanteur. Là est le siège apparent ou réel (peu importe) d'une force qui contraint tout atome de matière à tendre vers ce point, en s'y dirigeant suivant une ligne droite (la verticale) si rien ne s'oppose à son mouvement, et, dans le cas où ce mouvement est rendu impossible par la présence d'un obstacle, qui l'oblige à exercer une pression dans le même sens.

Cette vérité nous paraît si simple aujourd'hui, qu'on serait tenté de la considérer comme puérile ; mais il n'est pas douteux, si l'on veut bien y réfléchir, que c'est une des grandes conquêtes de la Physique expérimentale, puisqu'elle a redressé en effet une opinion fausse, un préjugé enraciné chez les savants d'autrefois comme chez les ignorants de tous les temps.

Les phénomènes de pesanteur à la surface de la Terre. — On peut définir la pesanteur en disant que c'est la cause de la chute des corps abandonnés à eux-mêmes, dans le vide, dans l'air ou dans un fluide de moindre densité ; mais on la pourrait définir encore en disant que c'est la force en vertu de laquelle les corps en repos ou en équilibre pressent sur ceux

qui leur servent d'appui. Ces deux modes d'action correspondent aux termes de *force vive* et de *force morte*, termes qui « distinguent, selon l'expression de d'Alembert, la force d'un corps actuellement en mouvement d'avec la force d'un corps qui n'a que la tendance au mouvement. »

La pression dont nous parlons peut être rendue manifeste et mesurée par la tension d'un ressort; elle devient sensible à nos organes par l'effort qu'ils font pour soutenir ou maintenir en équilibre les corps pesants; tel est le cas d'une pierre que nous soulevons et que nous soutenons avec la main. Prenons une masse solide, un morceau de plomb ou de fer, et suspendons-le à l'extrémité inférieure d'un fil, d'une corde flexible que nous fixons par un procédé quelconque à son extrémité supérieure : le fil ou la corde resteront tendus ou en ligne droite, que le système soit ou non en équilibre; cette tension, qui persiste tant que le fil suspenseur n'est point coupé ou ne casse pas sous l'effort, est un autre mode d'action de la pesanteur et un témoignage de la continuité de cette action.

La chute verticale d'une masse solide, la pression d'un corps sur son appui, ajoutons-y le mouvement oscillatoire d'une masse pesante suspendue à un fil dévié de la verticale, voilà sous leur forme la plus simple les phénomènes dus à la pesanteur, et dont les lois, rigoureusement déduites de l'observation expérimentale et du calcul, ont conduit à de si importantes conséquences sur l'ordre de l'univers. Nous nous proposons d'exposer les unes et les autres dans les Chapitres qui vont suivre. Mais auparavant il ne sera peut-être pas sans intérêt de résumer dans un tableau rapide les formes variées sous lesquelles la pesanteur se présente à l'observateur à la surface du globe terrestre, dans ses relations nécessaires avec l'action des autres forces naturelles.

Puisque toutes les molécules matérielles, solides, liquides ou gazeuses, formant tous les corps dont se compose la masse de la Terre, tant à sa surface que dans les profondeurs de ses couches internes et dans les hauteurs aériennes de son atmosphère, sont soumises à l'action continue de la pesanteur, il est clair que cette force a joué et joue encore un rôle prépondérant dans l'état général d'équilibre qu'affecte cette masse. La portion de la charpente terrestre accessible à l'observation, c'est-à-dire l'ensemble des couches solides qui en constituent l'écorce, forme un tout à peu près permanent, stable, sauf les lentes variations, les mouvements d'oscillation séculaire constatés en diverses régions par les géologues. Cette stabilité relative est le résultat des pressions mutuelles dues à la force de la pesanteur qui s'exerce entre toutes les particules matérielles du globe, mais qu'on peut considérer comme ayant son siège ou sa résultante générale à son centre. Cette tendance

est contre-balancée d'un côté par la réaction des masses solides contre une compression indéfinie, de l'autre par la force centrifuge due au mouvement du globe sur son axe.

S'il paraît démontré que la Terre a été fluide à son origine, d'abord à l'état de nébuleuse diffuse, puis condensée en un noyau liquide; s'il est probable que des millions d'années ont été nécessaires à la réalisation des condensations successives grâce auxquelles notre globe est devenu ce qu'il est aujourd'hui; si enfin ces condensations proviennent du refroidissement graduel de la masse, on voit que la genèse du globe est le résultat d'une lutte entre deux forces opposées, l'une tendant à la réunion, à la concentration des molécules de la nébuleuse primitive, l'autre, au contraire, tendant à l'expansion, à la répulsion. La première de ces forces est la pesanteur ou gravité, la seconde est la chaleur.

Cette lutte n'est d'ailleurs pas terminée, comme le prouvent les mouvements fréquents de trépidation connus sous le nom de *tremblements de terre,* ainsi que les éruptions des volcans, éruptions de laves dans les uns, de matières boueuses dans les autres, jets de nappes aqueuses tels que sont les colonnes liquides des geysers d'Islande, ou encore les gerbes jaillissantes de la vallée de la Firehole.

On ne sait encore pas d'une manière positive quel est l'état physique du noyau intérieur du globe dans les profondeurs qui dépassent celles où ont pu pénétrer les travaux des mines. On n'a pu déterminer cet état par l'expérience, et deux théories se partagent aujourd'hui les physiciens et les géologues, dont les uns persistent à admettre la fluidité de ce noyau, l'incandescence des matières dont il est formé, tandis que les autres regardent le globe comme solidifié jusqu'aux trois quarts au moins de son noyau à partir du centre, ou même ne pensent pas qu'il y ait des couches fluides continues. Mais on verra néanmoins qu'il est permis d'affirmer que la disposition des couches du noyau s'est faite dans l'ordre de leurs densités, c'est-à-dire les plus lourdes étant au centre, les plus légères à la surface. Ce sont les conditions mêmes que l'expérience a montrées nécessaires à la stabilité des liquides, à leur équilibre sous l'action de la pesanteur.

Au reste, dans les parties du globe accessibles à l'observation, tel est précisément l'ordre de succession des matériaux qui les composent. A la base, la masse *solide* ou le *sol;* vient ensuite sur les trois quarts de la surface, à des profondeurs variables, la partie *liquide* ou l'*océan;* puis, surmontant les terres et les mers, les substances *gazeuses* ou l'*air*.

Ces diverses parties pèsent les unes sur les autres, chaque couche pressant celle qui est immédiatement au-dessous d'elle. Mais si le sol et les couches sous-jacentes sont dans un

état presque permanent d'équilibre, grâce à la cohésion moléculaire qui constitue la solidité, il n'en est déjà plus de même dans la partie liquide, dont les couches supérieures sont sans cesse agitées par les marées, les vents, les courants; et, la partie gazeuse ou l'atmosphère est presque constamment troublée par l'action incessante et variable d'agents distincts de la pesanteur. Si aucune cause extérieure n'agissait sur l'eau des mers, des lacs, ces masses liquides resteraient en repos dans leurs lits, dans leurs bassins; mais les variations de température, l'action des vents, celle des marées luni-solaires déterminent des mouvements irréguliers et des oscillations périodiques d'où résulte, au lieu du repos, une agitation perpétuelle. A la vérité, l'équilibre constamment troublé est ramené constamment, ou du moins est maintenu entre des limites restreintes, qui dépendent de la densité des eaux de la mer, des frottements qu'éprouvent leurs molécules. Circonstance remarquable! Laplace ayant cherché quelles sont les conditions de la stabilité de l'équilibre des mers, il suffisait que la densité des eaux de l'Océan fût moindre que celle de la Terre, condition précisément réalisée dans la nature : plus légères, les eaux de la mer seraient dans un perpétuel état de mobilité; plus lourdes, les écarts d'équilibre produits par des causes accidentelles pourraient devenir considérables, et occasionner sur les continents et les îles d'effroyables catastrophes.

C'est dans l'atmosphère que la lutte des forces opposées donne lieu aux variations les plus rapides et les plus étendues. Supposons les masses fluides de l'air soumises uniquement à la pesanteur; le calme le plus profond y régnerait perpétuellement; toutes les couches de l'air superposées en couches concentriques de densité décroissante resteraient en équilibre permanent, appuyées les unes sur les autres et sur le sol par leurs mutuelles pressions. Des marées s'y produiraient toutefois comme dans l'Océan, et les seuls courants qu'on y pourrait constater proviendraient des résistances inégales que les reliefs continentaux opposeraient à la propagation de l'onde gazeuse, et peut-être aussi des mouvements que l'onde liquide des marées océaniques déterminerait dans les couches aériennes surplombantes. Un tel équilibre est, en réalité, constamment rompu par l'action incessamment variable de la chaleur solaire, qui change l'état hygrométrique, thermique et électrique, provoque des courants ascendants ou descendants, et tous ces phénomènes variés dont l'ensemble est l'objet de la partie physique du globe connue sous le nom de *Météorologie*. Du reste, sans l'action de la pesanteur sur les couches gazeuses de l'atmosphère, aucun obstacle ne s'opposant à une expansion indéfinie, l'atmosphère terrestre aurait bientôt disparu, dis-

sipée dans l'espace par la force centrifuge qui naît du mouvement de rotation. Ainsi, c'est la gravité qui maintient l'équilibre à la surface de notre planète, et qui le rétablit lorsqu'il a été troublé par l'action des autres forces physiques.

Donnons encore quelques exemples de cette lutte incessante d'où naît l'ordre que nous voyons présider aux phénomènes du monde physique terrestre, lutte sans laquelle où bien ce serait un repos, un silence perpétuels, l'absence en un mot du mouvement, c'est-à-dire de la vie, ou au contraire le chaos résultant d'une instabilité sans limites.

La force calorifique des rayons solaires produit, comme on sait, l'incessante évaporation des couches superficielles des mers et de toute autre masse liquide exposée à son action. La vapeur ainsi formée s'élève dans l'air, grâce à la densité plus faible de ses molécules comparées à celle de l'air ambiant; et ce mouvement ascensionnel est produit par la pression des couches aériennes, c'est-à-dire est un effet de la pesanteur. De là naissent, par une condensation dont on a étudié les causes, les nuages, puis leurs mouvements sous l'influence de courants d'origine variable, et en dernier lieu les pluies, neiges, grêles, etc., c'est-à-dire en définitive le retour des eaux évaporées à la surface du sol. Des eaux pluviales ainsi précipitées par l'action de la pesanteur, une partie s'écoule sur les pentes des terrains, forme les ruisseaux, rivières et fleuves; une autre partie s'infiltre dans le sol, et donne lieu aux cours d'eau souterrains, aux sources, etc., de sorte que c'est encore la gravité terrestre qui ramène les masses liquides à leur réservoir commun, l'Océan.

Dans cette circulation à la fois périodique et continue, dont l'origine est la radiation solaire ou la chaleur d'une part, la pesanteur de l'autre, que de phénomènes variés, curieux, ayant leur siège soit au sein de l'atmosphère, soit à la surface du sol, et qu'il serait trop long de décrire! Bornons-nous à quelques-uns des plus remarquables, où nous voyons la force de pesanteur intervenir avec une puissance destructive étonnante. L'action des eaux sur le sol, incessamment répétée pendant de longues accumulations de siècles, a creusé les lits des fleuves, en ronge tous les jours les berges, entraînant les matériaux désagrégés qui se déposent plus loin en atterrissements, en bancs de sable ou de limon. L'infiltration des eaux de pluie dans le sol, infiltration due à la pesanteur au moins pour une grande part, désagrège les terrains et les roches; souvent elle les mine et donne ainsi lieu aux éboulements qui dénudent les flancs des montagnes et des collines, et, à la longue, comblent les vallées. Souvent un tel travail de désagrégation reste inaperçu jusqu'au jour où éclate la catastrophe. Des masses considérables de roches, minées à leur

base, tout à coup perdent l'équilibre et, en glissant ou se précipitant, détruisent tout sur leur passage. Des montagnes entières ont ainsi recouvert de leurs débris des villages et des villes, et l'histoire a enregistré de nombreux exemples de ces terribles événements. Au treizième siècle, le mont Grenier, dont le sommet domine encore les montagnes qui bordent au sud la vallée de Chambéry, s'écroula en partie, et ensevelit la petite ville de Saint-André et plusieurs villages : on montre encore les *abîmes de Myans*, sous lesquels gisent les débris et les victimes. En 1806, un éboulement non moins terrible précipita, des flancs du mont Ruffi dans la vallée de Goldau, une masse énorme de rochers qui ensevelirent complètement plusieurs villages et comblèrent une partie d'un petit lac voisin. Il serait superflu de montrer par des calculs quelle est la puissance destructive de semblables masses, précipitées par la pesanteur, d'une hauteur souvent prodigieuse, et dont la vitesse s'accélère avec la distance.

Les avalanches sont des phénomènes du même ordre, d'ailleurs beaucoup plus fréquents que les éboulements de roches et de montagnes. Les masses de neige, accumulées sur le flanc incliné d'une montagne, ou sur le bord d'un précipice, glissent sous leur propre poids, puis se détachent et tombent, broyant tout dans leur chute. Souvent il suffit d'un faible choc, d'un coup de pistolet, d'un cri même, pour déterminer la rupture de l'équilibre et provoquer le phénomène. Dans les icebergs, ou montagnes de glace des régions polaires, la pression des blocs les uns sur les autres donne lieu à des phénomènes analogues, où la force irrésistible de la pesanteur manifeste encore sa puissance. Les glaciers, ces fleuves de neige solidifiée, passée à l'état de glace compacte, descendent les pentes des montagnes sous la pression du poids des couches supérieures qui les forment : ce mouvement de progression lente est si énergique, que les roches latérales et sous-jacentes sont striées et polies par la masse cristalline et par les débris de pierres et de cailloux qu'elle entraîne.

Dans les éruptions volcaniques, les forces explosives des gaz intérieurs projettent souvent dans l'atmosphère des cendres, des fragments de pierre et de véritables rochers. Mais si ces masses sont en apparence soustraites, pour quelques instants, à l'action de la gravité, la lutte des deux forces n'est pas de longue durée, et les projectiles, obéissant à l'invincible loi de tous les corps terrestres, viennent retomber à la surface du sol.

Tous ces faits sont si connus, si à la portée de l'observation de tous, qu'il serait presque puéril de les rappeler à la mémoire, sans l'intérêt qu'ils offrent au point de vue de la Phy-

sique terrestre ou de l'histoire de notre planète. N'est-il pas en effet curieux d'assister, au moins par la pensée, au spectacle des changements qui s'opèrent, d'une façon continue, dans la structure extérieure de la planète, sous l'action des forces opposées dont nous n'avons fait d'ailleurs qu'une énumération imparfaite? L'ouvrage des réactions dues sans doute à la chaleur interne, c'est-à-dire le soulèvement des reliefs continentaux, des chaînes de montagnes, des cônes volcaniques, se trouve peu à peu détruit par l'influence des agents météorologiques. Lentement, de siècle en siècle, des fragments de ce relief sont entraînés ou s'écroulent, et cette désagrégation, où nous avons vu que la pesanteur terrestre intervient d'une façon active, est encore accrue par l'action de la gravité de la Lune et du Soleil, laquelle produit les phénomènes périodiques des marées. Un jour peut-être la science aura fait de tels progrès, qu'on pourra à la fois lire dans le passé de la planète et deviner quelques-unes de ses futures transformations. En attendant, de telles hypothèses ne doivent être considérées que comme des conjectures, dont le degré de probabilité sera en rapport avec la somme des faits positifs et des lois établies qui leur serviront de base. En ce qui concerne les faits et les lois de la pesanteur, on peut affirmer qu'il reste peu de chose à désirer en fait de précision et de démonstration expérimentale ou théorique : c'est ce que nous espérons faire voir clairement dans les Chapitres qui vont suivre.

EXPLORATION MILITAIRE ET GÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION COMPRISE ENTRE LE HAUT SÉNÉGAL ET LE NIGER. Note de M. le Lieutenant-Colonel **Perrier**.

Une grande expédition, à la fois militaire et géographique, vient d'être organisée en France; elle a pour but de relier d'une manière définitive, par une voie ferrée, nos possessions françaises du Sénégal avec le bassin du Niger, et par suite avec le Soudan. Il s'agit, comme on le voit, d'amener vers la côte le commerce intérieur de l'Afrique centrale, d'ouvrir un immense débouché aux produits de notre industrie et de faire pénétrer la civilisation dans ces régions lointaines, en y créant ou utilisant des voies de communication rapides, toujours praticables et sûres.

C'est le Ministère de la Marine qui a conçu le projet de cette vaste entreprise, qui en a préparé les voies et moyens, et qui est chargé d'en poursuivre l'exécution, avec les ressources que le Parlement français a déjà mises ou mettra généreusement à sa disposition.

Le commandement supérieur de l'expédition est dévolu au commandant Desbordes, de l'artillerie de marine, qui aura

sous ses ordres des troupes de la marine, combattants et ouvriers, en nombre suffisant pour assurer la sécurité de la colonne, pour construire et garder les petits forts qui doivent jalonner la route entre le Sénégal et le Niger.

A cette colonne, dont le rôle est purement militaire, vient s'adjoindre une mission topographique, recrutée principalement parmi les officiers de l'armée de terre et placée sous la direction de M. le commandant Derrien, de l'ancien corps d'état-major; elle est composée d'officiers astronomes, géodésiens et topographes, et chargée d'exécuter, sous la protection de la colonne, mais d'une manière indépendante au point de vue technique, la reconnaissance topographique du pays.

C'est demain, 5 octobre, que les commandants Desbordes et Derrien doivent s'embarquer à Bordeaux, avec leurs officiers, pour se rendre à Saint-Louis.

De Saint-Louis, ils remonteront le Sénégal en bateau jusqu'à Médine et prendront ensuite la voie de terre en longeant la rive gauche du fleuve jusqu'à Bafoulabé, au confluent du Bafing et du Bakhoy. C'est en ce point que doit être construit le premier fortin et que doivent être organisés les escortes et le convoi; c'est là, à 300 lieues environ de la côte, que doivent commencer la reconnaissance et le levé du terrain.

Le programme des opérations à entreprendre est formulé comme il suit :

« Les brigades topographiques auront à faire une reconnaissance complète et, s'il est possible, la triangulation générale de tout le terrain compris entre Bafoulabé sur le Sénégal d'une part, et, d'autre part, Dina et Bamakou sur le Niger; elles devront surtout déterminer les positions géographiques et les altitudes des sommets, cols, plateaux, etc., ainsi que la configuration des vallées, leur largeur, leur profondeur, etc.

» Le but cherché est un levé général du terrain, pour faciliter l'étude du tracé de la voie ferrée qui, partant de Médine et passant par Bafoulabé et Fangalla, aboutira au Niger. »

Au delà de Bafoulabé, la colonne ne rencontrera aucune difficulté pour atteindre, en longeant la rivière, la station de Fangalla, située au confluent des deux rivières qui forment le Bakhoy; un deuxième fortin sera construit en ce point. Le tracé de la voie ferrée doit suivre, dans cette région, le cours même du fleuve.

C'est seulement à partir de Fangalla que les doutes subsistent sur le meilleur tracé à suivre, et une reconnaissance topographique détaillée pourra seule fixer les incertitudes.

Les éléments que possède la Marine permettent de croire qu'on n'aura aucun obstacle sérieux à franchir dans cette bande de terrain de 400^{km} de longueur qui sépare Fangalla du Niger. Des fortins seront créés à Goniakouri, à Kita, à Ban-

gassi, au milieu de tribus qui se sont placées volontairement sous le protectorat de la France; en s'avançant ainsi de proche en proche vers le sud-est, on atteindra la ligne de faîte qui sépare les deux bassins, ligne peu élevée, très proche du Niger, à travers laquelle il est permis d'espérer qu'on trouvera un passage facile pour gagner, sur le fleuve, soit Bamakou, soit Dina, deux villes situés en amont de Yamina et de Ségou.

La reconnaissance topographique permettra de limiter la zone qui contiendra le meilleur tracé; des profils en long et en travers seront ensuite exécutés dans une campagne suivante; un tracé définitif sera enfin adopté, et nos chantiers pourront s'ouvrir dans ces régions lointaines pour la construction de la voie ferrée.

Une fois le Niger atteint, la voie ferrée construite, on pourra gagner Tombouctou, en descendant le cours du fleuve sur des canonnières bien armées, établir solidement en ce point une station commerciale, rayonner de là vers l'Afrique centrale et tendre la main aux explorateurs qui, de tous les côtés, cherchent à pénétrer le continent africain.

Notice sur le général Myer; par M. **W. de Fonvielle.**

Après le coup qui lui a été porté par la mort de l'éminent Le Verrier, la Météorologie vient d'être de nouveau atteinte par la perte imprévue et sensible du général Albert Myer, commandant et créateur du Signal Corps des États-Unis. Qu'il me soit permis de m'acquitter de la triste tâche de faire connaître au public français les mérites d'un savant officier avec qui j'ai longtemps entretenu des rapports dont le souvenir durera autant que ma vie.

Le général Albert Myer est né à Buffalo, grande ville très commerçante de l'État de New-York, en 1828. Il fit ses études au Collège de Geneva et, se destinant à la Médecine, suivit en 1851 les cours de la Faculté établie dans sa ville natale.

La position de fortune du père de M. Albert Myer ne lui permettant pas de subvenir aux frais de l'éducation médicale de son fils, le jeune Myer apprit la télégraphie, qui était alors dans son enfance, et c'est grâce à son talent d'opérateur qu'il parvint à se procurer les ressources nécessaires pour suivre les Cours de Médecine.

En 1854, il se fit recevoir docteur et il entra comme chirurgien dans l'armée des États-Unis. Il fut envoyé au Texas, qui était récemment annexé à l'Union et où les Indiens étaient encore à l'état d'indépendance. Doué d'un caractère éminemment observateur, le Dr Myer fut frappé des moyens télégraphiques dont les indigènes se servaient pour communiquer à distance d'une façon rapide et commode, et il conçut

dès lors l'idée d'appliquer à ces procédés rudimentaires, mais ingénieux, une méthode scientifique. Revenant en congé à Washington, il proposa au gouvernement fédéral d'organiser un corps spécial qui serait chargé d'exécuter en campagne les signaux télégraphiques à l'aide de drapeaux pendant le jour et de lanternes pendant la nuit.

Fort heureusement, le gouvernement fédéral accueillit les propositions du général Myer, et, lorsque la guerre de sécession éclata, le corps des signaux était en voie de formation et déjà en état de rendre des services à la cause de l'ordre. Les *signal men* ne purent empêcher les premiers désastres de l'Union, mais ils furent assez heureux pour pouvoir dans une certaine mesure atténuer la portée des revers qui signalèrent les débuts de la guerre. Le Dr Myer dirigea le service des signaux des corps d'armée du général Mac Clelan et du général Butler, et dans ces deux occasions il rendit personnellement les plus grands services. Aussi, en 1863, le Congrès des États-Unis le récompensa magnifiquement en le nommant colonel et chef du corps.

L'acte du Congrès qui édicta ces deux mesures porte la date de mars 1863. Mais les services du corps étaient si bien appréciés par tous les généraux, que le nombre des *signal men* fut promptement élevé jusqu'à 1500 et qu'au mois d'octobre 1864 le colonel A. Myer était nommé par le Congrès brigadier général.

Au rétablissement de la paix, qui eut lieu peu après, le nombre des *signal men* fut réduit à 150; mais l'esprit actif du général Myer devait ouvrir une nouvelle sphère à l'activité de ses compagnons d'armes.

En 1864, Le Verrier avait créé le service météorologique, qui devait absorber une partie si précieuse de ses dernières années et même peut-être abréger sa carrière. Frappé des difficultés sans cesse renaissantes contre lesquelles cet illustre savant avait à lutter, le général Myer conçut l'idée féconde de charger des militaires du service des observations météorologiques, et bientôt après les sergents du Signal Corps donnaient l'exemple de l'assiduité, de l'abnégation et de l'amour de la Science.

C'est en 1870, un peu avant le commencement de nos désastres, que le bill organisant le service d'observations météorologiques fut adopté par le Congrès, sur la proposition de l'honorable H.-E. Paque, sénateur de l'Etat de Wisconsin.

La nouvelle institution fut créée sur une base digne d'un État ami du progrès. Les Cartes du temps, dessinées avec un soin et une clarté dignes de servir de modèles, furent publiées trois fois par jour. Tandis que certains offices télégraphiques européens refusaient leur concours, le gouvernement des États-

Unis faisait construire un réseau télégraphique pour l'usage des observations du Signal Corps. Les sergents du Signal Corps commençaient par devenir constructeurs de télégraphes, puis ils devenaient télégraphistes.

Le gouvernement des États-Unis envoya le général Myer une première fois en Europe pour représenter son gouvernement au Congrès de Vienne en 1873. Toujours à l'affût des moyens de faire prospérer la science à laquelle il était attaché, le général Myer profita de cette occasion pour faire la proposition de l'établissement d'un système d'observations instantanées faites sur toute la surface du globe, et il offrit, au nom de son gouvernement, de faire les frais de cette publication gigantesque. Une proposition aussi intelligente et aussi généreuse devait être fructueuse. Les observations universelles commencèrent presque immédiatement; elles sont actuellement exécutées dans plus de 500 stations différentes. La publication du *Bulletin international* commençait dès 1878.

En 1878, le général Myer envoya une collection des publications du Signal Corps à l'Exposition universelle. Il les fit expliquer et développer par un simple sergent, afin de mieux faire comprendre l'utilité de la discipline militaire en pareille matière. Cette collection obtint un grand diplôme d'honneur.

L'année suivante, le général Myer vint en Europe pour faire la propagande de son système (1).

Il apporta avec lui un indicateur du temps dont il est l'inventeur, et qui est destiné à aider les météorologistes dans la rédaction des prévisions locales. Un de ces indicateurs est exposé dans le Musée de l'Académie d'aérostation météorologique, dont il fut nommé président honoraire.

Le général Myer est mort à Buffalo, d'une maladie de cœur. Il laisse une femme et six enfants, qui accorderont aux amis européens de cet homme de bien le droit de mêler leurs regrets à leurs larmes.

Vents et courants autour de l'île Malden.

L'île Malden, d'origine madréporique, est située dans l'océan Pacifique par 4°2′ de latitude sud et 154°58′ de longitude ouest; elle est de forme triangulaire et a une superficie de 4000 hectares environ. Malgré sa proximité de l'équateur et la présence des alizés de nord-est et de sud-est qui y soufflent parfois, cette île a un climat remarquable par son extrême sécheresse; mais aussi il est digne de remarque qu'on voit très fréquemment la pluie tomber en abondance autour de l'île, alors qu'il n'en tombe pas une goutte sur l'île elle-même.

(1) Voir le *Bulletin* du 20 juillet 1879.

Les variations y sont d'une grande régularité; au lever du Soleil, le thermomètre se tient en moyenne à 26°,7 C., puis il monte graduellement jusqu'à 9ʰ ou 10ʰ du matin; il atteint alors 35°,6 et reste stationnaire jusqu'au coucher du Soleil; il descend à partir de ce moment, et sa chute s'arrête à 10ʰ du soir; il est revenu de nouveau à la température minimum 26°,7 et y reste en attendant l'apparition du Soleil. Les vents sont très faibles à l'île Malden; le calme de l'air y est fréquemment observé. Les changements dans la direction des vents donnent lieu à un phénomène très curieux, produit par des changements correspondants dans la direction des courants qui contournent l'île. Du commencement de mars au commencement d'octobre une immense masse de sable se forme sur la plage de l'ouest; elle s'étend sur une longueur de 1700ᵐ, une largeur de 36ᵐ et une hauteur de 3ᵐ. Lorsque le Soleil atteint le zénith, la masse de sable commence à se mouvoir vers le sud et à y être constamment refoulée par la mer; plus tard, lorsque le Soleil passe de nouveau au zénith, la dune va reprendre son ancienne place, pour la quitter encore six mois après, et ainsi de suite. (*Ciel et Terre.*)

Boussole végétale.

On a découvert récemment, dit le journal *l'Exploration*, dans les forêts vierges du Texas, une plante dont les feuilles ont la propriété de se tourner constamment dans la direction du pôle nord, de sorte qu'elle peut servir de guide ou, pour ainsi dire, de boussole aux personnes qui parcourent ces vastes solitudes à peine encore explorées.

C'est une plante résineuse, perpétuelle. Les botanistes la désignent sous le nom de *sylphium laciniatum;* les Anglo-Américains l'appellent vulgairement *compass plant,* c'est-à-dire plante boussole ou boussole végétale.

L'Association scientifique a reçu de M. Gauthier-Villars les Ouvrages suivants : « *Études économiques sur l'exploitaticn des chemins de fer* », par M. J. de la Gournerie, membre de l'Institut. — « La machine de Gramme », par M. A. Bréguet. — « La Photographie sur plaque sèche », par M. C. Fabre. — « Le temps de pose en photographie », par M. R. Clément.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

24 OCTOBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 30.

Rapport de M. le Dr **Hamy** sur le développement et l'état actuel des collections ethnographiques, adressé au Ministre de l'Instruction publique au nom d'une Commission spéciale ([1]).

Les services qu'est appelé à rendre le musée spécial dont la création est sollicitée à Paris depuis près d'un siècle sont de divers ordres. En effet, les collections ethnographiques ne sont point seulement utiles à la connaissance de l'Anthropologie, considérée sous ses faces diverses : elles contribuent en outre dans une large mesure aux progrès des autres sciences naturelles et sont appelées à fournir des renseignements parfois fort précieux aux économistes, aux commerçants, aux industriels, aux artistes, etc.

L'Ethnographie, prise en elle-même, est une des branches les plus importantes de la science de l'homme. *L'étude de toutes les manifestations matérielles de l'activité humaine* lui appartient en effet tout entière, et, si dans les limites qu'on lui assigne aujourd'hui l'homme lui-même reste en dehors de son contrôle, elle a du moins à recueillir et à coordonner les observations auxquelles prêtent les groupes ethniques dans leur vie intime et dans leurs rapports réciproques. Alimentation et logis, habillements et parures, armes de guerre et instruments des travaux de la paix, chasse, pêche, cultures et industries, moyens de transport et d'échange, fêtes et cérémonies civiles et religieuses, jeux de toute sorte, arts plus ou moins développés, *tout ce qui, dans l'existence matérielle des individus, des familles ou des sociétés, présente quelque trait bien caractéristique, est du domaine de l'Ethnographie.*

([1]) Cette Commission se compose de MM. l'amiral Pâris, président; Charton, Maunoir, Milne Edwards, G. Perrin, de Quatrefages, Membres; Hamy, Landrin, Membres adjoints.

Les innombrables documents qu'une étude aussi vaste vient chaque jour fournir ont, à la longue, formé tout un ensemble d'une nature spéciale, toute une *science nouvelle,* d'ordre secondaire sans doute, mais ayant sa vie propre, son but bien défini, ses limites circonscrites, et possédant déjà des résultats acquis d'une manière bien assurée. Maintes sciences connexes utilisent ses renseignements, et l'Anthropologie en particulier, dont elle est une dépendance, vient lui demander chaque jour de précieuses indications. Elle l'interroge plus particulièrement sur ces grandes questions d'origine, qui passionnent à bon droit tant d'esprits élevés, et l'Ethnographie répond, tantôt en mettant en évidence d'une manière irrésistible la doctrine du progrès continu des sociétés, qu'attestent les âges de pierre, de cuivre, etc., dont elle retrouve presque partout la trace, tantôt en démontrant, par la similitude des usages et du genre de vie, les relations premières de peuples séparés, comme les Guaranis des Andes, de leurs congénères par des intervalles énormes dans l'espace et dans le temps.

L'Ethnologie, ou Anthropologie descriptive, complète, à l'aide des données ethnographiques, le tableau des caractères différentiels dont l'Anatomie lui a fourni la première esquisse, et il lui arrive souvent de se servir de quelque trait ethnographique pour instituer des subdivisions nécessaires entre des groupes secondaires de même type physique, comme les Papouas.

La Linguistique, la Mythologie comparée, la Sociologie utilisent de semblable manière les documents sur l'épigraphie, les superstitions, etc., sans l'examen desquels ces branches de la science de l'homme demeureraient insuffisamment renseignées.

Il en sera de même de toutes les autres sciences naturelles.

Dans le matériel funéraire qu'un ethnographe aura recueilli le long des côtes du Pérou, un zoologiste, M. Alphonse Milne-Edwards, retrouvera le type oublié du cobaye primitif; un botaniste, à l'aide des mêmes fouilles, reconstituera l'histoire de plantes utiles aujourd'hui disparues; un minéralogiste rencontrera, sous forme d'amulettes, dans les collections du Dr Crevaux, la véritable *pierre des Amazones,* bien différente de la roche à laquelle on applique aujourd'hui ce nom.

Le médecin a appris de l'ethnographe à connaître le quinquina, le curare, etc.; le chirurgien lui a emprunté l'acupuncture, les moxas, etc.; l'hygiéniste tient de lui les données à l'aide desquelles il étudie l'influence des habitudes et des mœurs sur la santé des nations.

Le commerçant lui doit, en nombre incalculable, les matières alimentaires, textiles, tinctoriales, aromatiques, etc., que les barbares connaissaient avant nous, et dont l'ethno-

graphe a le premier révélé les propriétés et l'usage : manioc, phormium, rocou, caoutchouc, santal, etc. ([1]).

Diverses industries perfectionnées sont sorties de l'examen des procédés tout primitifs de quelques grossiers sauvages ([2]).

Les arts industriels varieront agréablement leurs modèles en étudiant les objets de toute nature décorés par les peuples exotiques. Enfin l'Art lui-même, en se faisant ethnographique, rencontrera parfois d'heureuses inspirations.

Tel est, en quelques mots, le rôle de l'Ethnographie ; tels sont les résultats que peut procurer la formation d'un musée consacré à cette branche de la science de l'homme.

Les administrateurs de l'ancien Jardin du Roi en comprenaient certainement l'importance lorsqu'ils installaient dans une salle « voisine de celle des squelettes » cette collection d'*ustensiles indiens,* de *meubles de sauvages* et d'autres objets de même nature, où Jussieu a puisé les matériaux de ce fameux Mémoire de 1727 qui a fondé l'Archéologie préhistorique.

Mû par des considérations d'un ordre aussi élevé, le Comité d'instruction publique de la Convention faisait déposer, dès 1793, à la Bibliothèque nationale les morceaux d'ethnographie confisqués chez les émigrés.

Ces objets, au nombre de plusieurs centaines, étaient installés à proximité du Cabinet des Antiques, où la meilleure partie des pièces du Muséum d'Histoire naturelle et quelques autres enlevées de la bibliothèque Sainte-Geneviève venaient bientôt les joindre (messidor an V). Ces diverses séries, réunies aux antiquités de la bibliothèque par Barthélemy et Millin, devaient devenir le noyau d'un grand musée destiné à « offrir, sous un même point de vue, ce qui peut instruire des mœurs et des usages des peuples éloignés par les temps et par les lieux ».

Faute d'espace et d'argent, on dut provisoirement renoncer

([1]) Le commerce d'exportation n'est pas moins intéressé aux progrès de l'Ethnographie que le commerce d'importation. La connaissance exacte des goûts et des mœurs du Japon, que représente largement à Leyde le Musée Siebold, eût certainement épargné, il y a quelques années, bien des déboires à plus d'une grande maison de Paris. Hier encore, faute de renseignements précis sur les objets en usage chez les Soudaniens, au Bournou, etc., renseignements qu'on possède au Musée ethnographique de Berlin et qui nous font complètement défaut, nos négociants se voyaient dans l'impossibilité de profiter des services que l'expédition Flatters était disposée à leur rendre en introduisant, dans le Soudan, des produits de fabrication française en harmonie avec les besoins et les goûts des natifs.

([2]) Les ateliers de Tilpman, de Philadelphie, dans lesquels on grave le verre, le corindon, etc., à l'aide d'un courant d'eau chargé de sable sous une forte pression (360 livres par pouce carré), ne font, en somme, qu'appliquer une vieille découverte des Kanaks de la Nouvelle-Calédonie.

à réaliser ce projet grandiose. Lakanal, son principal inspirateur, disparut de la scène politique. Les « ustensiles indiens » et les « meubles de sauvages » furent enfermés à l'écart et si complètement oubliés que lorsque, en 1826, pressé par Férussac de faire jouir le public des collections spéciales formées par les navigateurs français qui venaient de faire le tour du monde, le duc de Doudeauville décida la création au Louvre d'une *annexe* ethnographique, on omit de comprendre dans l'organisation nouvelle les séries rassemblées trente ans auparavant par Lakanal, Barthélemy et Millin.

L'annexe ethnographique, désignée sous le nom de *Musée Dauphin,* reçut un certain nombre d'objets à titre *provisoire.* Le conservateur du musée naval, M. Zédé, ingénieur de la marine, fut chargé de l'administrer, « en attendant que l'importance des acquisitions demandât un conservateur spécial ». On donna des instructions aux voyageurs. On fit acheter par un dessinateur du Louvre quelques pièces de choix, Férussac apporta sa petite collection. Néanmoins le Musée Dauphin ne présentait encore, après deux années de tâtonnements, qu'une ébauche de musée, lorsqu'une ordonnance du 30 mars 1828, créant un département à la Bibliothèque du roi pour la géographie, et stipulant que « les objets provenant des voyages scientifiques ordonnés par le Ministre de l'intérieur » seraient confiés au nouveau dépôt, vint fournir l'occasion de tenter quelque création plus sérieuse.

En ordonnant que les collections des voyageurs scientifiques qui n'auraient pas de destination spéciale seraient confiées à la bibliothèque, le Ministre avait principalement en vue la conservation des documents spéciaux, tels que journaux de voyages, dessins, plans, cartes etc., rapportés par les envoyés de l'État, et trop souvent disséminés ou perdus après leur retour. Les objets relatifs aux peuples exotiques n'y devaient pas plus trouver place, semble-t-il, que les pièces d'Histoire naturelle ou d'Archéologie.

Chargé du nouveau département, Jomard, qui dès 1818 avait repris pour son compte personnel, mais en les modifiant considérablement, les idées du Comité de la Convention et qui voyait avec peine la situation accessoire faite au Louvre à sa science favorite, entreprit de réunir à la collection des Cartes non seulement les représentations topographiques en relief, mais aussi « les produits des arts et de l'industrie des peuples sauvages », qu'il rattachait ainsi à la Géographie, et non plus à l'Archéologie, comme dans le projet primitif, auquel il se donnait bien garde d'ailleurs de faire la moindre allusion. Après la révolution de 1830, il adressa au nouveau gouvernement plusieurs rapports en faveur de sa conception

ethnogéographique. Le dernier de ces Mémoires, présenté le 14 avril 1831 au Ministre des Travaux publics, alors chargé de la direction des sciences et des lettres, fut renvoyé à une Commission présidée par Cuvier, qui s'était déjà prononcé en faveur des idées de Jomard en 1818, et dont faisaient partie Abel Rémusat, Burnouf, Kératry, député, Achille Duparquet, conseiller d'Etat, et l'auteur de la proposition. En décembre suivant, la Commission, après de nombreuses réunions, vint proposer, par l'organe d'Abel Rémusat, conformément au projet de Jomard, « d'établir à Paris un dépôt ethnographique, de le placer à la Bibliothèque royale, d'y réunir tous les objets susceptibles d'en faire partie et qui se trouvent dans d'autres établissements », enfin d'acquérir, « d'après la quotité des crédits dont le gouvernement pourrait disposer », diverses collections exotiques.

Personne n'hésitait sur la première de ces conclusions. Le Ministre reconnaissait l'utilité de l'établissement dont des hommes comme Cuvier, Rémusat, Burnouf, Royer-Collard, etc., lui signalaient l'intérêt; mais la question de l'emplacement à attribuer au nouveau musée souleva des difficultés inextricables. Les conclusions de Rémusat en faveur du Dépôt des Cartes, combattues dans la presse par Férussac, devant le Ministre par Champollion-Figeac, qui tenaient pour le Louvre, furent repoussées en avril 1833 par le conservatoire de la Bibliothèque. Après avoir « pleinement et unanimement adopté les vues de la Commission sur l'utilité d'un musée ethnographique dans le genre de ceux qui existent à Saint-Pétersbourg, à Berlin, à Weimar, à Göttingue », les conservateurs déclarèrent qu'un tel musée devant être *unique* à leurs yeux, tous les objets disséminés dans les divers établissements de Paris devant être, par conséquent, réunis *dans un seul centre,* le local qu'il exige « doit être immense pour suffire à tous ses accroissements successifs » et que, par conséquent, l'établissement nouveau ne pourra que nuire aux collections près desquelles on veut le placer « et sera dans l'impossibilité de s'étendre comme il doit le faire ».

Ils émettaient, en terminant, le vœu « que le gouvernement pût s'occuper sérieusement de former ce musée dans un local où il pourrait prendre l'extension dont il est susceptible ».

Cuvier, dont le rôle avait été prépondérant dans la Commission, n'était plus là pour répondre aux objections de Letronne et de ses collègues. Le Rapport de Rémusat alla s'égarer dans un carton du Ministère. Découragé par l'attitude hostile du conservatoire, le Ministre renonça à demander aux Chambres les subsides nécessaires. Seul, Jomard ne désespéra pas.

Malgré le vote unanime de ses collègues de la Bibliothèque

contre ses propositions, malgré l'amoindrissement momentané de sa situation par la suppression du département qu'il administrait, transformé en annexe du Cabinet des Estampes, il adressait au Ministère, vers la fin de 1833, une nouvelle note contenant l'offre de ses collections personnelles, un projet de classement et des estimations d'espace et de dépense.

Une ordonnance reconstitue le département des Cartes géographiques en 1839 : nouvelle tentative de Jomard accueillie favorablement au Ministère, repoussée à la Bibliothèque. Il recommence ses démarches en 1846; le Ministre déclare les mesures proposées « convenables et utiles » : la Bibliothèque proteste de nouveau, encombrée qu'elle se trouve de toutes parts, avec un personnel déjà insuffisant « pour les services de première nécessité ».

La cause du musée est désormais perdue. Pendant plus de trente ans, l'annexe du Musée naval représentera seule à Paris l'ethnographie tout entière. Pendant plus de trente ans, faute d'un local disponible, on laissera perdre ou exporter les collections les plus précieuses pour l'étude des peuples étrangers, et les établissements fondés au dehors s'enrichiront à nos dépens et répandront, partout ailleurs qu'en France, le goût et la connaissance d'une science des plus utiles, que notre pays ignore encore presque complètement aujourd'hui.

L'Angleterre accumulera dans les galeries du *British Museum* les séries les plus variées rapportées de toutes les mers par d'innombrables voyageurs. La Compagnie des Indes créera l'*India Museum,* où quatorze mille pièces représentent les possessions britanniques dans le S.-E. de l'Asie. Nombre de villes secondaires et de riches particuliers, comme Christy et Brenchley, formeront des musées spéciaux, quelquefois de premier ordre.

En Danemark, Copenhague, sous la puissante impulsion de Thomsen (1847), verra se remplir avec une incroyable rapidité les quarante-quatre salles du Palais du Prince.

Les Hollandais se garderont bien d'oublier qu'ils furent les premiers à organiser au XVIIe siècle ces cabinets de curiosités indiennes, première forme des musées ethnographiques. La Haye, Leyde, Amsterdam, Rotterdam acquerront des collections du plus haut intérêt pour l'étude de l'extrême Orient : Japon, Malaisie, etc.

Stockholm a son musée royal d'ethnographie, et le musée d'ethnographie scandinave, commencé en 1872 par le Dr Hazelius. Pétersbourg a les collections de l'Académie des Sciences, qui datent des voyages de Mertens (1830), et le Musée de la Société de géographie; Moscou, son fameux Musée slave, fondé par les amis des Sciences naturelles en 1866. Kazan commence un musée tartare.

Dresde a ouvert, il y a quelques mois, le cabinet spécial que M. Meyer y a su créer en peu d'années. Leipzig doit au zèle de M. Orbst le *Museum für Volkerkunde*, dont les origines remontent seulement à 1873, et qui renferme déjà d'admirables collections. Vienne réorganise ses musées d'Histoire naturelle, et l'ethnographie semble appelée à jouer un rôle important dans le développement des galeries qui sont en construction. Berlin, enfin, montre avec orgueil dans le *Musée Neuf* les séries incomparables que Humboldt, Schomburgk, Werne, von Kessel, MM. Nachtigal, Schweinfurth, Jagor, Bastian, von Schleinitz, etc., ont rapportées de leurs célèbres voyages.

Weimar, Göttingue, Carlsruhe, Darmstadt, Neuwied, Manheim, Francfort, Wiesbaden, etc., etc., ont aussi des collections ethnographiques. Nos villes de province ne sont pas inférieures à ce point de vue à celles de l'Allemagne. Douai possède un musée spécial, de premier ordre, fondé par Jomard, dont Paris avait refusé les collections et où se voient les produits des voyages de Delegorgue, Dumoutier, Serval, etc., et la grande collection de M. S. Berthoud. Boulogne a fondé sa collection ethnographique à l'aide d'un don important, reçu de Rosamel, qui commandait l'expédition autour du monde de la *Danaïde*. Le Havre a les collections de Delessert, où figurent des pièces venant du voyage de d'Entrecasteaux. Caen a celles de Dumont d'Urville. Lille, Orléans, Bordeaux, Toulouse, Lyon et d'autres villes encore ont aussi des séries plus ou moins riches, tantôt exposées isolément, tantôt fusionnées, vu leur moindre importance, avec le préhistorique ou l'anthropologie.

Quoique le dernier venu entre tant d'établissements remarquables, quoique privé d'une grande partie des collections spéciales rapportées au gouvernement depuis la Restauration et dispersées ou perdues aujourd'hui, le musée ethnographique provisoire du Ministère de l'Instruction publique, emmagasiné dans les locaux que lui a attribué l'arrêté du 24 novembre dernier, est, dès à présent, assez considérable pour mériter d'appeler l'attention de tous les hommes dont les études ou les intérêts touchent aux questions exotiques, et de tous ceux aussi qui se préoccupent en France de la connaissance des pays étrangers et du développement de nos relations extérieures.

Des milliers d'objets sont, dès à présent, groupés dans le premier étage du palais du Trocadéro. Le fonds dit *des émigrés,* dont il était question plus haut, et les anciennes collections du Jardin du Roi et de la bibliothèque Sainte-Geneviève, seuls témoins des voyages de La Condamine, de Bougainville, etc., qui aient échappé à la destruction, nous ont été

remis par l'administration de la Bibliothèque nationale. Nous avons reçu du même établissement un petit nombre d'objets provenant de la grande Commission d'Égypte. Nous avons pu extraire de l'ancien musée algérien les séries fort précieuses qui y représentaient l'ethnographie arabe et kabyle, et dont nul autre établissement similaire en Europe ne pourrait montrer aujourd'hui la dixième partie. La bibliothèque de l'Arsenal nous a offert la petite collection fort curieuse réunie au XVIIIe siècle par le marquis de Prony. Le Muséum d'Histoire naturelle nous a remis la plupart des pièces qu'il avait reçues depuis 1833, ainsi qu'un grand nombre de moulages dont cette institution possède les creux. Enfin le Musée des Antiquités nationales a mis à notre disposition les objets qu'il possède et qui ne sont pas nécessaires aux comparaisons sur lesquelles s'appuie l'Archéologie préhistorique.

Nous n'avons presque rien retrouvé des collections recueillies sous l'empire par les missionnaires de l'État, et notamment par ceux qui ont accompagné l'expédition française au Mexique. Mais un arrangement conclu avec M. Pinart, il y a deux ans et demi, ayant assuré au gouvernement la propriété d'un lot important d'antiquités, etc., acquis par ce voyageur d'un de nos anciens résidents à Mexico, les pertes faites de ce côté ont pu être en partie réparées.

Les missions scientifiques entreprises depuis la paix avaient, en revanche, accumulé dans les magasins du Ministère de véritables montagnes de caisses de toute provenance, dont le contenu, trié et classé par les conservateurs provisoires, formerait tout un Musée. Vous avez pu voir, Monsieur le Ministre, dans l'exposition qui a eu lieu au Palais de l'Industrie en janvier et février 1878, une partie de ces séries. L'Asie y était représentée par des envois nombreux et variés de MM. Delaporte, Harmand, de Ujfalvy, Lansberg, La Savinière; l'Afrique, par les panneaux de MM. Marche et Verneau; l'Amérique du Nord, par les collections de M. Pinart; l'Amérique du Sud, par celles de MM. Crevaux, Wiener, André, de Cessac; l'Océanie enfin, par les objets de MM. Raffray et Ballieu.

Depuis cette exposition, les envois des missions ont continué à arriver de plus en plus nombreux et importants. Certains désormais que les pièces recueillies au prix de tant de fatigues et de dépenses seraient soigneusement conservées et montrées au public, nos voyageurs ont redoublé d'efforts.

C'est ainsi que M. Pinart a recueilli pour le nouvel établissement, dans les archipels Fidji, des Amis, de la Société, une incomparable série d'objets de toute espèce que remplacent de plus en plus, chaque jour, chez les naturels des produits européens.

M. Charnay a rapporté d'Australie tout un matériel acquis

de tribus sauvages dont l'anéantissement est proche. M. Cahun a enrichi notre dépôt de plusieurs pièces inédites du pays des Ansariés, où il a récemment pénétré. MM. Verneau et Soleillet nous ont remis un certain nombre de choses rares des Canaries et du Soudan occidental. M. Crevaux, dont la collection ne comprenait en 1878 qu'une soixantaine de numéros, a rempli toute une salle des documents les plus curieux sur les Indiens de la haute Guyane et du haut Amazone. M. Ber a déposé au Trocadéro les résultats de fouilles heureuses dans les ruines de Tiaguanaco. M. de Cessac enfin ramène en ce moment de Californie plusieurs milliers de pièces d'ethnographie indienne.

En même temps que les collections des voyageurs de l'État augmentent dans ces proportions, les dons affluent d'une manière inattendue entre les mains des conservateurs. A la suite de l'Exposition universelle, un certain nombre de Commissions étrangères avaient cédé tout ou partie des pièces exposées par leurs gouvernements. Ainsi que le *Journal officiel* du 19 octobre 1878 l'apprenait au pays, vingt-sept États, parmi lesquels l'Égypte, la Chine, le Japon et plusieurs colonies anglaises se signalaient tout particulièrement, s'étaient ainsi constitués les collaborateurs de l'œuvre que le Ministère de l'Instruction publique avait reprise avec tant de bonheur.

A ces dons d'origine officielle sont venus s'en joindre un bon nombre d'autres émanés d'institutions scientifiques, de groupes coloniaux ou de particuliers. L'Académie indo-chinoise, par exemple, s'est défait à notre profit des documents que M. Vossion lui avait rapportés de Birmanie. Le Conseil du Sénégal a voté une somme destinée à réunir pour le nouveau musée parisien les choses les plus caractéristiques de l'ethnographie coloniale. Un premier envoi est déjà parvenu à destination. M. Merle, de Bordeaux, vient d'envoyer quatre caisses d'objets variés de même provenance, d'autant plus intéressants qu'ils remontent plus haut dans le passé de cette ancienne et honorable maison. M. Goldthammer nous a libéralement enrichis de bien des pièces curieuses du Maroc et des côtes occidentales d'Afrique. MM. Bischoffsheim, Dijiedjienshi, Folliet, Mir, Boucart, Ray, Quesnel, Harmsen et d'autres encores, français et étrangers, figurent dans l'inventaire en cours d'exécution pour des dons plus ou moins importants.

N'oublions pas, en terminant cette énumération rapide, le legs généreux de M. Léonce Angrand, à l'occasion duquel le musée provisoire a été constitué.

Vous le voyez, Monsieur le Ministre, les collections dont vous nous avez confié l'organisation et le classement sont riches, nombreuses et variées, et nous sommes en droit de penser

que les services que le musée est appelé à rendre, et sur la nature desquels nous insistions en commençant ce Rapport, seront de prime abord considérables.

La question d'espace, qui avait entravé l'essor des premières collections confinées dans d'étroits locaux, au Louvre et à la Bibliothèque, a été résolue par votre arrêté du 24 novembre dernier qui assure aux collections ethnographiques leur libre développement dans les salles du premier et du second étage du palais du Trocadéro.

Il reste à aborder l'étude du budget du nouvel établissement.

Les dépenses nécessaires pour assurer son installation matérielle et son fonctionnement régulier ont été évaluées à diverses reprises, et vous avez entre les mains, Monsieur le Ministre, les renseignements les plus complets sur la matière. Nous espérons que les représentants du pays, auxquels vous voudrez bien demander un crédit spécial en faveur du Musée d'ethnographie, désireux d'encourager des efforts qui ont pour but de développer dans notre pays une science des plus utiles et des moins répandues, n'hésiteront pas à vous fournir les moyens de donner un caractère définitif au musée provisoire et de réaliser ainsi l'accomplissement d'une œuvre scientifique dont Lakanal, Cuvier, Rémusat et tant d'autres bons esprits ont successivement réclamé l'exécution.

Des influences cosmiques; par MM. **Houzeau**, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, et **A. Lancaster**, météorologiste inspecteur (1).

Influence lunaire. — Les astres autres que le Soleil exercent-ils une influence sur les variations de notre atmosphère? A cette question, un grand nombre de personnes répondront oui et citeront immédiatement la Lune à l'appui de leur dire; elles sont convaincues que notre satellite exerce une action marquée sur le cours des phénomènes météorologiques; elles en font le régulateur de plusieurs météores, comme la pluie, le vent, les nuages, etc. Chaque phase de la Lune a ses effets particuliers.

Cette théorie facile, malheureusement trop répandue encore chez le vulgaire, pèche par son côté prétendu le plus fort, c'est-à-dire l'expérience, sur laquelle elle est soi-disant fondée. Celle-ci, au lieu de la confirmer, la détruit.

Quoi! nous dira-t-on, cette influence de la Lune qui fait l'objet d'une croyance si enracinée, si générale, cette influence

(1) Nous extrayons cet article d'une publication récente de ces deux auteurs, intitulée *Traité élémentaire de Météorologie*, et nous nous empressons de signaler ce Livre à l'attention des Membres de l'Association. On le trouve chez l'éditeur J. Baudry.

n'existe pas ! Non, en vérité; cette influence n'est qu'un préjugé. La Science n'a pas reconnu à la Lune d'action sensible sur le climat. Des séries presque séculaires d'observations ont été discutées dans le but, dans le désir même de dévoiler cette action supposée. Aucun effet manifeste, digne de fixer l'attention du praticien, n'a été reconnu.

On s'écrie qu'une croyance aussi universelle n'est point sans fondement et que des effets même moins tranchés n'échappent pas à la longue expérience des générations. Eh bien ! il y a deux phénomènes dans l'année qui sont d'une périodicité remarquable et d'une importance décidée : nous voulons parler des deux refroidissements *fixes* de février et de mai. Ils arrivent pour ainsi dire à jour marqué; celui du mois de mai vient arrêter la végétation, interrompre les travaux des champs, contrarier les fleuristes et les jardiniers. Cependant l'expérience des générations ne les avait pas reconnus; les praticiens les ont toujours subis sans en soupçonner la périodicité, sans apercevoir qu'ils revenaient à jour fixe. C'est à l'observation du thermomètre que nous devons cette révélation. Que l'on dise encore que l'expérience prétendue du vulgaire n'est point sujette à erreur ! Elle a proclamé l'influence lunaire, qui est insensible, et les refroidissements périodiques les plus constants lui ont échappé !

Influence des taches du Soleil. — Si l'on doit refuser à la Lune une influence sensible sur notre atmosphère, on ne saurait assez, par contre, reconnaître celle qu'exerce le Soleil sur cet océan aérien dans lequel nous vivons. L'astre qui nous éclaire est l'origine ou la cause de tous les mouvements atmosphériques dont nous subissons les effets; c'est lui qui nous apporte la chaleur, qui transforme l'eau de la mer en vapeur et la verse ensuite en pluie sur nos contrées, qui donne naissance aux vents en détruisant l'équilibre de la masse aérienne, etc. On ne saurait donc assez étudier la constitution de ce moteur puissant, et surtout les transformations ou modifications qui peuvent se produire à sa surface ou dans son intérieur, et dont nous éprouvons sans nul doute le contre-coup.

Tout le monde a vu les taches du Soleil ou sait qu'il s'en montre de temps en temps sur l'enveloppe solaire. Leur découverte remonte à l'année 1610; à peine fut-elle connue, que naquit l'idée d'une influence de ces taches sur la marche des phénomènes météorologiques; mais on fut longtemps sans être d'accord sur la nature de cette influence. Pour les uns, les taches affaiblissaient le pouvoir rayonnant du Soleil; pour d'autres, au contraire, elles l'augmentaient. Dans ces dernières années, des recherches suivies d'après une méthode sûre furent entreprises pour élucider cette question controversée. La comparaison des époques de maxima et de minima des taches

avec celles de plus haute ou de plus basse température moyenne annuelle en différents lieux du globe montra clairement que les taches diminuaient l'activité solaire. A Bruxelles, par exemple, la moyenne thermométrique d'une année où les taches sont en petit nombre est sensiblement plus élevée que celle d'une autre année où les taches ont été plus fréquentes. Or, il est démontré aujourd'hui par l'observation que la fréquence des taches du Soleil est soumise à des fluctuations, dont la période est en moyenne de dix à onze ans. Dans la durée d'une période, le nombre de taches passe successivement par un minimum et un maximum, pour revenir à son point de départ, c'est-à-dire un nouveau minimum. La température éprouve donc aussi cette périodicité, mais en sens inverse; elle commence par un maximum, arrive à un minimum, puis revient à la fin du terme à un autre maximum.

Une fois cette loi trouvée, le chemin était ouvert à d'autres rapprochements entre les taches solaires et les phénomènes météorologiques. La pluie, les tempêtes, les orages, la direction du vent, la grêle, etc., furent l'objet d'investigations de ce genre. Les résultats obtenus ont été plus ou moins concluants, mais leur tendance générale témoigne certainement d'une liaison entre le phénomène céleste et chacun des phénomènes terrestres. Nous mentionnerons entre autres ceux relatifs aux quantités annuelles de pluie, qui ont été établis d'après un grand nombre d'observations :

1° La quantité annuelle de pluie est le plus considérable à l'époque des maxima de taches et le moins aux époques de minima.

2° Elle semble proportionnelle aux quantités de taches.

Si des recherches ultérieures viennent confirmer cette loi, on conçoit sans peine l'importance qu'elle en acquerra. Pouvoir prédire longtemps à l'avance le caractère de sécheresse ou d'humidité d'une année désignée serait, dans beaucoup de cas, un bienfait immense. Personne n'ignore que dans l'Inde et la Chine, par exemple, se montrent parfois des sécheresses à la suite desquelles surgissent des famines terribles, et comme conséquences de celles-ci des épidémies causées par le nombre considérable de morts. Si quelque jour on arrive à connaître les dates à peu près exactes des retours de ces périodes calamiteuses, on pourra également en prévenir les effets par divers moyens.

Comme on le voit, la question dont nous venons d'exposer les premiers résultats a une grande portée, non seulement comme étude purement scientifique, mais aussi au point de vue humanitaire. Il est vivement à souhaiter que des recherches nouvelles et plus étendues sanctionnent et précisent d'une manière définitive les lois citées plus haut, qui aujourd'hui

ne sont encore, il faut l'avouer, qu'ébauchées. La prévision à longue échéance cesserait alors d'être une utopie, et nous aurions la clef, sinon des phénomènes de détail, au moins de l'allure générale du temps.

NOTE SUR LES DRAGAGES PROFONDS EXÉCUTÉS DANS LE LAC DE TIBÉRIADE (SYRIE) EN MAI 1880; par M. **Lortet.**

Au printemps de cette année, M. le Ministre de l'Instruction publique me chargeait d'une mission scientifique dont un des objectifs devait être l'étude de la faune profonde du lac de Tibériade. Les animaux qui vivent dans cette belle nappe d'eau avaient déjà fait l'objet de mes études en 1875, et quelques-uns d'entre eux m'avaient offert une organisation des plus remarquables.

Le niveau du lac est à 212^{m} au-dessous de la surface de la Méditerranée. La plus grande profondeur que nous ayons constatée est de 250^{m} et se trouve à l'extrémité nord, en face de l'embouchure supérieure du Jourdain. Sur les deux rives du lac, des terrasses parfaitement régulières sont recouvertes de nombreux galets roulés, qui se rencontrent jusqu'à une altitude qui correspond à la pression barométrique de $0^{m},76$. Ce fait prouve jusqu'à l'évidence que le niveau du lac était jadis le même que celui de la Méditerranée. Je n'ai point à rechercher, pour le moment, si le bassin du Jourdain était en rapport direct avec la mer; cette communication pouvait se faire très facilement par la plaine d'Esdrelon et la vallée du Kishon. De légères dénivellations, dues aux éruptions de basaltes et de laves si fréquentes à une certaine époque dans le bassin du lac de Tibériade, ont pu facilement rompre ces communications. Il est probable aussi qu'anciennement les eaux du lac devaient être très salines, intermédiaires en quelque sorte entre les eaux saumâtres et celles sursaturées de la mer Morte. A la suite des violentes convulsions volcaniques dont le pays montre partout des traces nombreuses, le niveau de ce dernier bassin s'étant abaissé, le Jourdain a dessalé petit à petit, par la masse de ses eaux, celles du lac, qui aujourd'hui sont devenues potables, quoique très légèrement saumâtres. Ces conditions physiques indiquent l'intérêt qu'il y avait à étudier avec soin la faune du bassin du lac de Tibériade, dont les eaux, anciennement salées, devaient nourrir des formes animales spéciales; peut-être en retrouverait-on des traces dans les grandes profondeurs, où le liquide plus dense aurait pu rester emmagasiné; peut-être rencontrerait-on des types d'animaux et de végétaux en voie de se transformer et d'adapter leur organisme à une eau devenue presque douce. Ce sont ces vues théoriques qui ont été le point de départ de mes recherches.

Après m'être assuré des services d'une des rares barques qui se trouvent à Tibériade, j'ai exécuté les pêches, les dragages et les sondages pendant le mois de mai. Lorsque la température, toujours très élevée à cette époque, me le permettait, les journées entières étaient passées sur le lac. Mes dragues, d'un diamètre moyen, avaient été construites sur les dessins de celles qui avaient servi au *Challenger*. Elles m'ont donné d'excellents résultats, le fond n'étant rocheux nulle part et la profondeur ne dépassant pas 250^{m}. Les pêches ont été faites au moyen d'un grand nombre d'engins qui nous ont permis de capturer les représentants de toutes les espèces de poissons. L'eau des grandes profondeurs a été ramenée à la surface au moyen d'un appareil très simple, imaginé et construit par un de mes compagnons, M. Pelagaud.

Les espèces de poissons que nous avons pu pêcher sont au nombre de douze au moins. Il y a plusieurs formes nouvelles, qui sont actuellement à l'étude. Les espèces déterminées sont :

Clarias macranthus.
Capocta damascena.
Barbus Beddomii.
Chromis Andræ.
» *paterfamilias.*
» *Simonis.*
» *nilotica.*
Chromis nov. sp.
» *nov. sp.*
» *nov. sp.*
(*Un genre nouveau indéterminé.*)
Labrobarbus canis.

J'appelle tout particulièrement l'attention de l'Académie sur les différentes espèces du genre *Chromis,* qui toutes incubent leurs œufs et élèvent leurs petits dans l'intérieur de la cavité buccale. Les œufs sont d'un vert foncé et très gros. Il est probable que toutes les espèces du même genre jouissent de cette faculté. Les *Chromis* fourmillent dans le lac de Tibériade : en quelques coups de filet, on peut en remplir le fond d'une grande barque.

Les Mollusques ont été dragués, les uns tout près de la surface, les autres à de très grandes profondeurs. Parmi ces derniers, il y a plusieurs espèces nouvelles, étudiées avec soin par M. A. Locard. Elles sont distribuées très régulièrement suivant des zones de profondeurs différentes. Les formes draguées sont au nombre de dix. Ce sont :

Neritina Jordani, Butt.
Melania tuberculata, Müller.
Melanopsis premorsa, L.
» *costata,* Olivier.
Cyrena fluminalis, Müller.
Unio terminalis, Bourg.
» *tigridis,* Bourg.
» *Lorteti,* Locard.
» *Pietri,* Locard.
» *Maris Galilœi,* Locard.

Les *Melanopsis* et les *Melania* sont à *facies marin*. C'est là une faune de passage entre celle des eaux salées et celle des

eaux douces. La drague ne nous a ramené aucun animal plus inférieur, si ce n'est une larve rougeâtre que nous n'avons encore pu déterminer. Sur les bords, à une très petite profondeur, on trouve une petite Crevette, le Crabe *Telphusa fluviatilis,* le *Cistudo europœa* et les *Emys caspica* et *tigris.* Dans les grands fonds, les dragues remontaient une vase très fine, d'origine volcanique, qui renferme des diatomées, des foraminifères et d'autres organismes inférieurs. Aucune algue, aucune conferve n'a été ramenée par nos filets. Cette absence absolue de végétaux inférieurs a lieu de surprendre, surtout lorsque l'on constate qu'on se trouve en présence d'une eau saumâtre ayant une température de + 24°. Enfin l'expérience nous a démontré que l'eau du fond n'était pas plus saumâtre que celle de la surface. A 250m, les coquilles d'*Unio* morts étaient en quelque sorte ramollies, friables, converties en craie blanchâtre, et semblables aux fossiles de certains gîtes tertiaires du midi de la France. Ce changement moléculaire remarquable paraît être dû surtout aux effets de la pression.

Tels sont brièvement les résultats des nombreux et pénibles dragages que j'ai exécutés pendant douze jours, dans un air embrasé, sous un ciel de feu et dans des conditions matérielles rendues plus difficiles encore par la nonchalance et souvent par le mauvais vouloir de notre équipage arabe.

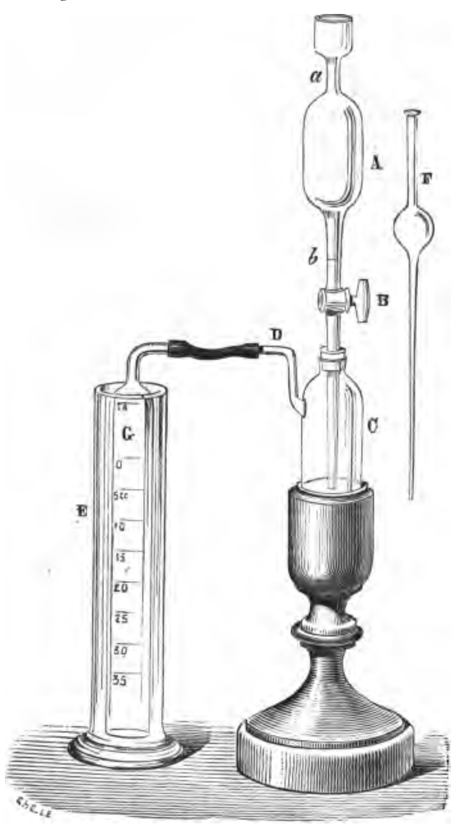
M. **Maurice de Thierry** a présenté à l'Académie de Médecine, dans sa séance du 25 mai dernier, un intéressant uréomètre, dont le mérite principal est de simplifier les opérations nécessaires au dosage de l'urée.

L'uréomètre de M. Maurice de Thierry, tel qu'il est construit par la maison Fontaine, se compose d'un tube A, muni d'un robinet B, s'adaptant sur un réservoir C, qui, lui-même, peut être mis en communication par un tube latéral avec une sorte de cuve pneumatique, composée d'une cloche graduée G, servant de mesureur et plongeant dans une éprouvette E, pleine d'eau.

Quand on veut procéder à un essai, on sépare la partie A de la partie C et l'on verse à l'aide d'une pipette graduée 2cc d'urine dans le réservoir; on remplit complètement le tube A du réactif d'hypobromite de soude normal, que l'on fait ensuite couler à l'aide du robinet B jusq'au premier trait *a*; il prend ainsi la place de l'air qui se trouvait dans la partie inférieure du tube. Le robinet étant bien fermé, on réunit le tube A au réservoir C.

On remplit d'eau l'éprouvette E jusqu'à ce qu'elle affleure à un repère TA, gravé sur la cloche G, qui s'y trouve plongée, puis on immerge pendant quelques minutes le réservoir C

dans un vase quelconque contenant la même eau que l'éprouvette, pour amener l'air qui se trouve renfermé dans ce réservoir à la même température que l'eau, ce qui établit l'égalité de température entre les deux parties de l'appareil, et l'on met en communication la cloche et le réservoir C.



Cela fait, on retire le réservoir C du vase plein d'eau, on le remet sur son support; on ouvre le robinet B, en ayant soin de ne laisser couler le réactif que jusqu'au trait *b*, limite des 10^{cc}. La réaction s'opère, l'azote se dégage et refoule l'eau dans la cloche graduée. Quand l'opération est terminée, la réaction ayant échauffé le réservoir, il est nécessaire de le plonger de nouveau dans le vase plein d'eau, afin qu'il se retrouve dans les mêmes conditions de température qu'au début de l'opération; on soulève légèrement la cloche jusqu'à ce que le niveau de l'eau qu'elle renferme coïncide avec le niveau de l'eau dans l'éprouvette; on note la division qui correspond au trait limitant le volume de gaz, la température, et l'on trouve immédiatement dans les Tables jointes à l'appareil la proportion d'urée que renferme l'urine à analyser.

L'appareil est muni d'une instruction qui en rend le maniement des plus simples; on y a joint, pour plus de commodité, une pipette jaugée de 2^{cc}, un thermomètre divisé sur tige et un flacon en verre jaune pouvant contenir assez de réactif pour trois dosages. Le tout est renfermé dans une boîte à poignée et crochets, de telle façon que ces divers organes démontés soient préservés du bris, quelle que soit la position que puisse prendre la boîte.

Le Gérant, E. Cottin.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

31 OCTOBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 31.

UNE RÉVOLUTION EN MÉDECINE. Article de M. **E.-J. Marey**, Membre de l'Institut.

Pendant un récent séjour à Naples, M. le professeur Marey a fait paraître, dans un Recueil publié à Rome, et intitulé *la Minerva*, cet article, qui a été traduit en français dans la *Revue britannique*. Nous nous empressons de le reproduire ici. M. Marey, Membre du Conseil de l'Association scientifique, a bien voulu faire à plusieurs reprises, pour cette Compagnie, des Conférences dont les lecteurs de notre *Bulletin hebdomadaire* ont conservé le meilleur souvenir. E. C.

I.

Bien des gens s'imaginent que la Médecine est à peu près stationnaire; le hasard, disent-ils, a fait découvrir certains agents, quinquina, opium, digitale, etc., dont les propriétés sont incontestables; le hasard en fera trouver d'autres encore. Chaque jour, en effet, on propose au public des panacées nouvelles qui, après une période d'engouement passager, tombent dans l'oubli. C'est pourquoi un médecin, homme d'esprit et grand sceptique, a pu dire, en parlant d'un remède nouveau : « Hâtez-vous de l'employer pendant qu'il guérit. »

Ce scepticisme, une partie du public le partage; autant il accorde de confiance à la Chirurgie, autant il considère la Médecine comme une science qui tourne en quelque sorte sur elle-même, discute des théories éphémères et n'attend ses progrès que de l'empirisme, c'est-à-dire du tâtonnement aveugle. Ceux qui vont chercher les progrès de la Médecine à leur source, dans les laboratoires, ne partagent pas cette opinion défavorable. Ils constatent et admirent certains travaux modernes dont je voudrais donner au lecteur une idée sommaire.

Non, l'empirisme n'est pas la seule voie qui puisse conduire

la Médecine à de nouvelles et utiles découvertes. La logique a sa part au moins aussi large en Médecine que dans les autres sciences; là, comme ailleurs, l'expérience rigoureuse conduit à des connaissances précises. Déjà la clarté se fait sur la nature des maladies, sur leur origine, sur leur transmission, sur les moyens de les prévenir ou de les combattre.

Autrefois, tout ce qui semblait inexplicable était réputé d'origine divine. A ce titre, les maladies étaient la manifestation du courroux des dieux : une peste éclatait-elle en Grèce, c'était Apollon qui lançait aux humains ses flèches invisibles; en Judée, le glaive flamboyant de l'ange exterminateur avait ce rôle meurtrier; avec le christianisme, l'intervention surnaturelle s'est encore compliquée de celle des saints et des sorciers.

A peine dégagée des superstitions du moyen âge, la Médecine s'égara de nouveau dans les subtilités de la métaphysique; la maladie devint une abstraction : un être mystérieux qui, prenant possession du corps de l'homme, en troublait les fonctions, en détruisait les organes.

Dans cette obscurité, toutefois, se dégagèrent deux conceptions importantes : l'une, c'est que les maladies se reproduisent avec des caractères parfois assez constants pour qu'on en puisse faire des *espèces;* l'autre, c'est que, dans les maladies transmissibles, chaque espèce ne reproduit qu'elle-même. En inoculant à un homme sain le liquide pris sur un varioleux, on ne transmettra jamais la scarlatine, pas plus qu'en semant du blé on ne fera pousser de l'orge. L'espèce morbide, considérée comme analogue des espèces animales et végétales, voilà le point de départ de la conception moderne de la nature des maladies.

C'est qu'en effet les maladies transmissibles paraissent être produites par des semences organiques, les unes animales, les autres végétales, quelques-unes même appartenant à ce groupe ambigu situé à la limite des deux règnes. Ces germes ont une effroyable fécondité; ils se multiplient dans l'organisme, absorbant, au profit de leur développement, la substance de nos tissus.

Cette idée de l'envahissement de notre corps par des êtres parasites a éprouvé de singulières résistances parmi les médecins, dont elle contrariait les doctrines. Il semble, en outre, que l'orgueil humain répugne à accepter ce fait que notre corps succombe attaqué et vaincu par des êtres inférieurs, à peine visibles au microscope; l'homme se résigne mieux à être frappé par ce mystérieux inconnu qu'on appelle *une maladie.*

Et pourtant, les preuves n'avaient pas manqué à l'appui de la théorie parasitaire. Le nombre était déjà grand des animaux et des végétaux dont la présence a été démontrée sur la peau,

dans les cavités intestinales, dans les vaisseaux et même dans la substance des tissus.

Tout le monde connaît l'*Acarus* de la gale, le *Favus* de la teigne, les parasites de toutes les maladies de la peau ou du cuir chevelu, les vers intestinaux avec leurs variétés presque innombrables. Ces parasites ont été découverts les premiers, parce qu'ils étaient assez faciles à voir, sinon à l'œil nu, du moins à la loupe ou au microscope. Mais aujourd'hui la puissance des instruments s'est accrue, et avec elle s'accroît chaque jour aussi le nombre des parasites nouveaux que nous savons distinguer. Transportez ces petits êtres du corps du malade où ils pullulent sur le corps d'un individu sain : aussitôt la maladie, qui tient à leur existence, se développe avec tous les caractères que la pratique médicale avait depuis longtemps déterminés.

La révolte de la vieille Médecine contre les idées nouvelles se traduit par une théorie bien singulière. Le parasite, dit-elle, se développe sur un individu parce qu'il était déjà malade et qu'affaibli par la maladie il n'offrait plus à l'envahissement de ces petits êtres une résistance suffisante. N'entendons-nous pas les agriculteurs développer le même raisonnement à propos des maladies du règne végétal? Il faut qu'un insecte nuisible soit bien gros et que les ravages qu'il fait dans les cultures soient flagrants pour que le paysan reconnaisse que c'est lui qui détruit ses récoltes. La *Pyrale* de la vigne, le *Doryphora* de la pomme de terre sont trop facilement visibles pour que leur action destructive soit contestée. Mais le *Phylloxera*, ce terrible puceron, est trop petit déjà pour être admis, sans discussion, comme le destructeur de la vigne. On accuse la plante d'être malade et épuisée par une culture forcée, par une production exagérée, et l'on applique à la plante le raisonnement que nous citions tout à l'heure, celui que la vieille Médecine oppose à la théorie du parasitisme chez l'homme.

Cependant, à force de démonstrations, l'influence de certains parasites dans la production des maladies finit par s'imposer. Si l'on montre qu'un *Acarus*, détaché de la peau d'un galeux et placé sur celle d'un individu sain, donne la gale à ce dernier, il n'y a plus de doute possible sur le rôle du petit insecte. Si l'on fait voir qu'une parcelle de *Favus*, prise sur un teigneux et déposée sur le cuir chevelu d'un homme bien portant, lui transmet la teigne, il faut bien reconnaître que le champignon microscopique a été la semence du mal. On l'accorde donc; mais avec quelles réserves! Il semble qu'on dise à celui qui a prouvé l'action de ces parasites : « Oui, nous vous concédons que ces maladies tiennent au développement de ces petits êtres sur notre peau ou dans nos tissus; mais

restez-en là, et ne prétendez plus que d'autres maladies encore aient une origine analogue et aussi infime. »

Les chercheurs cependant poursuivent leur œuvre aujourd'hui plus que jamais, et leur microscope leur fait découvrir toujours de nouveaux organismes, *bactéries, vibrions,* atomes organisés à peine visibles avec les plus forts grossissements, et qui tous ont la propriété de produire une maladie chez le sujet sain sur lequel on les transporte.

La diphtérie, le charbon, la septicémie, la gangrène des opérés, les affections épidémiques des oiseaux, celle des insectes, tous ces états morbides correspondent chacun à la présence d'un parasite microscopique dont on peut démontrer l'existence.

Et pourtant, les incrédules portent sans cesse de nouveaux défis. « Montrez-nous, disent-ils, montrez-nous le parasite de chaque maladie contagieuse. » Comme si tous ces êtres devaient nécessairement être assez gros pour qu'on puisse les voir au microscope ! Pourquoi ne pas exiger encore qu'ils soient visibles à l'œil nu, tangibles et saisissables ? Or ces êtres minuscules ont des œufs, des spores ou des germes beaucoup plus petits qu'eux-mêmes. Faut-il les montrer aussi et en décrire le développement ? La raison permet de concevoir au delà de ce que nos sens nous font saisir. Ces parasites invisibles, nous les verrons par les yeux de l'intelligence, car certaines expériences récentes témoignent de leur existence avec une force irrésistible.

Mais, pour donner ces démonstrations, pour permettre au lecteur de suivre pas à pas la série des découvertes qui, par une suite logique, ont conduit à la grande théorie du parasitisme, il faudrait entrer dans bien des détails techniques, citer bien des noms propres, discuter bien des points controversés. Qu'il me soit permis de procéder plus sommairement, de me borner au plan général de ces études et de rappeler seulement les principales découvertes qu'elles ont amenées jusqu'à ce jour.

II.

Le rôle des organismes parasitaires ne se borne pas à produire les maladies humaines ou celles des végétaux. Ces petits êtres, visibles ou invisibles, s'attaquent à tous les tissus organisés ; ils les modifient et les transforment de la façon la plus singulière. Sur un fruit, voyez une de ces taches de pourriture qui bientôt, s'agrandissant de proche en proche, l'envahira tout entier. M. Davaine montre que cette destruction de la pulpe végétale est l'œuvre d'un petit être microscopique dont la reproduction est si rapide, qu'il se multiplie à l'infini aux dépens du tissu qu'il infiltre. Qu'on enfonce une

fine aiguille dans le fruit malade et que, l'en retirant à peine humide des sucs altérés, on la plonge dans un fruit intact : la piqûre est presque invisible, et cependant le fruit blessé est voué à une destruction prochaine; deux jours, trois jours après, plus ou moins selon la saison, vous le verrez tomber en putrilage. Vous lui avez inoculé un champignon microscopique, le *Penicilium glaucum*. Ailleurs c'est un *Mucor* qui occasionne la pourriture du fruit, maladie transmissible aussi bien que la précédente. Inoculez ainsi les feuilles vivantes et saines d'un cactus, et vous les verrez toutes périr, échancrées d'abord, puis rongées peu à peu par cette pourriture, qui ramollit leur tissu coriace et le transforme en une bouillie diffluente.

La lésion apparaît toute petite d'abord; mais elle s'étend comme une tache d'huile, agrandissant toujours son cercle et pénétrant en profondeur. La force destructive du mal progresse en raison même de l'espace déjà envahi, car la surface d'attaque s'accroît par cela même. On ne peut s'empêcher de comparer cette multiplication envahissante des germes de décomposition à celle des ferments, qui, semés dans un liquide approprié, s'y multiplient et altèrent en quelques heures la masse tout entière.

Dans une vaste cuve pleine de moût de raisin, jetez quelques parcelles d'un ferment bien connu depuis les travaux de M. Pasteur : vous verrez d'abord se multiplier ces petits organismes microscopiques sur place autour des points ensemencés. Puis le travail s'étend, toute la masse du liquide s'échauffe, des bulles de gaz crépitent de toutes parts et bientôt la cuve entière est en fermentation; une forte odeur s'en échappe, l'acide carbonique s'exhale en abondance. Au bout de quelque temps tout se calme, la fermentation est finie, les organismes microscopiques tombent au fond de la liqueur clarifiée, ils ont cessé de vivre; mais, à la place du liquide doux et sucré que contenait la cuve, c'est une liqueur âpre et alcoolique, c'est du vin qui s'est formé. Or, la transformation de cette énorme quantité est due à la multiplication de ces petits organismes de levûre que vous y avez introduits et qui sont devenus innombrables. Chacun d'eux, en se développant, a décomposé quelques parcelles du liquide au sein duquel il a vécu, de façon que le développement de ces milliards d'organismes a complètement modifié la masse totale. De pareilles transformations s'opèrent dans tout liquide qui fermente, bière, cidre, vinaigre, et à chaque espèce de fermentation correspond un ferment spécial, un petit être particulier.

L'analogie de ces phénomènes avec le développement des maladies parasitaires est frappante; aussi a-t-on quelquefois

donné à cette Médecine nouvelle le nom de *médecine des ferments*. Quelques expériences, que nous allons raconter, justifieront mieux cette désignation.

Sur un lapin mort du charbon, M. Davaine recueille une goutte de sang. Cette goutte est jetée dans un vase rempli d'eau, c'est-à-dire dans un volume de liquide trente ou quarante millions de fois plus grand que celui du sang qui y a été introduit. On agite intimement le mélange; puis on prend une goutte de cette dilution, qu'on injecte sous la peau d'un lapin bien portant. Le lendemain, le lapin est mort, et avec le sang de cet animal on peut renouveler l'expérience précédente, toujours avec le même effet, rapidement destructeur.

Mais la goutte de sang qui a servi à transmettre la maladie avec une intensité si violente ne contient elle-même que des traces extrêmement faibles d'éléments nuisibles; filtrez-la, et le liquide, dès lors débarrassé des germes organiques, sera totalement inoffensif. C'est sur le filtre que vous retrouverez, en une tache presque imperceptible, toute la matière infectante. Examinée au microscope, cette tache nous montre, parmi les éléments normaux du sang, de petits filaments dont la longueur est à peine de $\frac{1}{1000}$ de millimètre et dont l'épaisseur est vingt fois moindre. Voilà l'être meurtrier qui, introduit dans les tissus d'un animal bien portant, le fera périr en peu de jours, parfois en quelques heures, avec des accidents connus sous le nom de *pustule maligne*, *charbon* ou *fièvre charbonneuse*.

Je vous laisse à penser si l'on a accepté sans résistance cette affirmation surprenante. Quoi! cet atome, cette *bactéridie*, comme on l'appelle, serait la cause qui décime chaque année les troupeaux de bœufs et de moutons, et qui, trop souvent, fait des victimes parmi les habitants de la campagne! Oui, c'est bien elle; le doute n'est plus possible; le fait est établi sur des preuves indiscutables.

Ce dangereux petit être, la *bactéridie charbonneuse*, ne se développe pas seulement dans notre sang et dans celui d'animaux de différentes espèces; certains liquides aussi peuvent lui fournir les matériaux de son développement. Dans l'urine, la bactéridie charbonneuse se multiplie rapidement; mais c'est surtout dans une décoction de levûre de bière qu'elle pullule à foison. Semez une goutte de sang charbonneux dans cette levûre, et, quelques heures après, la liqueur se troublera : ce nuage qui l'obscurcit est exclusivement formé de bactéridies nouvelles, les unes naissantes, les autres arrivées à leur complet développement et en reproduisant d'autres à leur tour. Avec un peu de cette substance, on peut ensemencer un volume énorme de ce que M. Pasteur appelle le *liquide de*

culture et produire rapidement des kilogrammes de matière charbonneuse. Il y aurait là de quoi détruire tous les animaux du monde entier, car, si l'on inocule à un lapin, un mouton ou un bœuf une parcelle de cette matière, l'animal est promptement frappé de mort, après avoir présenté tous les symptômes du charbon.

On ne peut attribuer à rien autre qu'à la bactéridie la transmission de la maladie, car la décoction de levûre de bière est par elle-même inoffensive, et, d'autre part, le liquide dont l'inoculation est mortelle ne contient rien en dehors de cette bactéridie cultivée à l'état de pureté, comme il en serait d'une graine soigneusement débarrassée des semences d'autres plantes qui auraient pu s'y trouver mélangées.

La maladie que les fermiers appellent le *choléra des poules* a été l'objet d'une étude semblable. Un jeune savant, M. Toussaint, en avait découvert le parasite; M. Pasteur fit la culture de ce petit être et ne réussit à le faire se développer que dans du bouillon fait avec de la chair de poulet. L'eau de levûre et l'urine étaient incapables de lui fournir les éléments de sa multiplication. De petits grains microscopiques, disposés d'ordinaire en forme de chapelet, voilà ce qu'on observe dans le sang des volailles mortes de cette maladie. Cette même forme granuleuse se retrouve multipliée à l'infini dans le bouillon où l'on a semé quelques parcelles de cette substance.

Inoculez à une poule une goutte du liquide infectieux : l'animal bientôt s'éloigne des autres. Vous le verrez hérisser son plumage, fermer les yeux, tomber dans un sommeil dont rien ne pourra le tirer; la respiration sera fréquente, et la mort viendra terminer cette maladie de quelques heures.

Je ne puis raconter ici le merveilleux enchaînement d'expériences qui a conduit M. Pasteur à transformer cette dangereuse semence par des cultures appropriées, à en modifier les propriétés, à tel point qu'on peut l'inoculer à des poules saines sans produire la mort. Bien plus, ces volatiles, après une maladie de quelques jours et des lésions locales qui guérissent peu à peu, deviennent réfractaires au redoutable virus; elles sont vaccinées, pour ainsi dire, et mises à l'abri des épidémies meurtrières qui sévissent fréquemment dans les basses-cours. Il n'est pas nécessaire de faire ressortir la portée de ces belles expériences, qui éclairent un des points les plus mystérieux de l'histoire des maladies contagieuses : je veux parler de l'immunité acquise par ceux qui ont déjà subi les atteintes du même mal.

Revenons à la théorie générale des maladies transmissibles. La contagion se présente désormais comme le transport d'un germe qui se multipliera dans l'organisme infecté, en produisant des désordres plus ou moins graves. Ce sera du

moins la supposition la plus vraisemblable qu'on puisse faire au sujet de la cause d'une maladie transmissible et de la manière dont elle se transmet. On ne pourra pas toujours démontrer l'existence du parasite ou du ferment spécial à chaque maladie contagieuse; mais cette existence est rendue extrêmement probable, dans un grand nombre de cas, par les circonstances qui président à la contagion.

Ainsi, on n'a encore découvert aucun ferment organisé dans le sang des cholériques. Et pourtant, lorsqu'on voit que, dans une grande ville, la mortalité frappe principalement certain quartier alimenté d'eau par une pompe spéciale, et quand, en suivant, sur le plan de la même ville, la propagation de cette mortalité, on voit également que celle-ci a porté sur tous les points où ladite pompe distribuait son eau, épargnant des enclaves qui s'approvisionnaient à une autre source, il est difficile de douter que l'eau de cette pompe ne soit le véhicule du ferment. Il est, au contraire, probable que cette eau contient quelque germe organisé qui échappe au microscope, mais que l'esprit nous montre entraîné par elle jusqu'aux endroits les plus éloignés où se prolonge la canalisation, et absorbé par les habitants, qui en subissent les effets délétères. En Écosse, on a vu le lait d'une ferme où régnait la fièvre typhoïde introduire cette maladie dans l'Université de Glascow.

Mainte fois on a vu les eaux servir ainsi de véhicule à une épidémie cholérique; un ruisseau, traversant un village infecté par la maladie, la porter à tous les autres villages qui recevaient ses eaux souillées. On a vu l'eau d'un puits donner la fièvre typhoïde à ceux qui en usaient; ce puits était contaminé par des infiltrations souterraines provenant d'une caserne où régnait la maladie contagieuse.

Le microscope, dira-t-on, n'a pas encore décelé l'existence d'un germe organique produisant le choléra ou la fièvre typhoïde; pour croire à l'existence de ce ferment, il faut attendre qu'on l'ait montré, attendre que, par des cultures spéciales, on l'ait isolé, multiplié à l'état de pureté, comme on l'a fait pour le ferment du charbon et pour le choléra des poules. Donnez-nous ces démonstrations et nous nous rendrons à l'évidence.

Ces démonstrations ne semblent pas possibles, jusqu'à présent du moins, car les maladies que nous venons de citer ne paraissent se développer que sur l'espèce humaine; elles ne se prêtent donc pas à l'expérimentation sur les animaux. Quand nous parlions tout à l'heure du choléra des poules, nous employions, à défaut d'autre, une désignation populaire qui exprime la gravité extrême de cette épizootie, mais qui ne doit faire admettre aucune affinité naturelle entre la ma-

ladie des poules et celle qui atteint l'espèce humaine. Jusqu'à ce qu'on ait découvert que certaines espèces animales ont l'aptitude de contracter les maladies qui semblent maintenant ne se développer que sur l'homme, on sera réduit à admettre sans preuve matérielle qu'il existe aussi des ferments dans ces maladies, et que, d'une manière générale, une contagion résulte de l'introduction d'un de ces ferments dans l'organisme d'un sujet bien portant.

Comment s'introduisent en nous ces germes morbifiques? Si c'était simplement par l'eau que nous buvons, bien des gens, en temps d'épidémie, supprimeraient ce breuvage et fermeraient ainsi, sans regret, l'accès à la contagion. Mais les germes infectieux ont mille manières de s'insinuer dans l'organisme humain; nous allons indiquer les principales.

(*La suite prochainement*).

Tremblement de terre de Smyrne du 29 juillet 1880. Extrait d'un Mémoire adressé par M. le Dr Carpentin.

L'Académie ayant demandé à M. Pellissier de Reynaud, consul général de France à Smyrne, des renseignements sur le tremblement de terre qui venait d'affliger cette ville, M. le Dr Carpentin, médecin sanitaire, s'est empressé de faire les recherches dont on donne ici le résumé :

Le 29 juillet 1880, à 4h53m du matin, un terrible tremblement de terre, de douze à quinze secondes de durée, le plus fort depuis 1778, ébranla la ville entière, en jetant la consternation parmi les habitants.

La direction générale des mouvements était NNO-SSE; mais ils se sont manifestés de diverses manières, en produisant l'effet d'une poussée verticale souterraine, suivie d'ondulations et de mouvements gyratoires, en sorte que ce tremblement de terre, composé de plusieurs secousses, peut être considéré comme ayant été produit par des mouvements *mixtes*.

A défaut d'indications notées par un sismographe, j'ai pu recueillir les éléments fournis par un instrument enregistreur qui en a rempli l'office. C'est un piano dont les angles ont gravé sur les murs d'un salon des empreintes qui constituent des données suffisantes pour établir approximativement l'intensité du tremblement de terre, le nombre de secousses dont il était composé, la poussée verticale, le mouvement dans les différents sens : longitudinal, transversal, vertical, gyratoire et hélicoïdal. C'est ce dernier mouvement, résultant de la combinaison des autres, qui a dû déterminer la projection presque régulière, sur le sol, de l'eau contenue dans les

bassins, dans les terrines ou autres vases circulaires, qui étaient à peu près vidés après la catastrophe.

Des cheminées et des pignons ont été renversés, tantôt vers le sud et tantôt vers le nord. Il en a été de même pour plusieurs objets d'étagères, statuettes, etc., qui sont tombés dans différentes directions.

L'*intensité* de ce tremblement de terre a été très forte, comme on peut en juger par les effets produits. Il se produisit des craquements dans toutes les maisons et des écroulements nombreux.

D'après les renseignements que j'ai pu me procurer, le mont Sipyle, et plus particulièrement sa partie occidentale, appelée *Imamlar Dagh*, aurait été le centre du mouvement, dont le maximum d'intensité se serait manifesté dans le voisinage du bourg de Ménémen.

Le *mode de propagation du mouvement* paraît avoir été *concentrique*. En effet, la violence des secousses a été d'autant moins accusée que les points où elles ont été senties sont plus éloignés du foyer. C'est ainsi que, dans le périmètre de l'aire de propagation de ce phénomène, Balukesser, Brousse, Mughla et Rhodes ont à peine senti des trépidations, tandis que Mételin, Aivalik, Pergame, Kirk-Agatsch, Ak-Hissar, Alascheir, Denisli, Samos et Chio ont ressenti des secousses plus fortes, mais incapables d'y causer le moindre dégât, alors que Nasli, Aïdin, Thyra, Odemisch, Baindur, Échelle-Neuve, Tschesmé, Vourla, Sevdikeuï, Boudja, et Cassaba, plus près du centre du mouvement, ont été plus violemment secouées, sans avoir cependant souffert réellement. Les villes le plus éprouvées après Ménémen sont Bournabat, Smyrne et Magnésie, c'est-à-dire les plus proches du Sipyle.

Ce tremblement de terre a donc été localisé à la plus grande partie de la province de Smyrne.

La *vitesse de propagation du mouvement* n'a pu être appréciée, faute d'observations exactes sur l'heure où le phénomène s'est manifesté dans les diverses localités; mais le peu d'étendue du pays engagé dans l'ébranlement du sol et la violence de l'impulsion centrale font supposer une différence peu sensible en ce qui concerne le moment précis où ont été ressenties, dans chaque lieu, les premières oscillations.

I. Parmi les *phénomènes précurseurs qui ont précédé* le tremblement de terre du 29 juillet, les uns sont *éloignés*, les autres *rapprochés*.

Dans les premiers, il faut noter l'excessive rigueur de l'hiver, la sécheresse relative de la période hivernale et absolue de l'été, et la chaleur torride de cette saison.

Parmi les seconds, on doit citer l'état particulier de l'at-

mosphère peu de temps avant la catastrophe et au moment même, et, ici, je ferai observer que, pendant le mois de juillet, à l'extrême sécheresse s'ajoutait une diminution sensible dans le débit des puits artésiens, dont l'eau s'écoulait quelquefois d'une manière intermittente.

Des nuages orageux, survenant de 9^h à 10^h du matin, couvraient une grande partie du ciel et étaient accompagnés, jusqu'au 17, de grondements de tonnerre, espèce d'orage avorté qui se dissipait chaque soir au coucher du Soleil pour reparaître le lendemain, en se comportant de la même façon....

La température s'éleva plus que jamais du 18 au 25 juillet, en atteignant, le 22, un maximum de 41°,6 C. La tension électrique de l'atmosphère était considérable....

Le 28, à 8^h du soir, le baromètre, qui baissait depuis le 25, descendit au minimum de $754^{mm},53$ pour remonter, à 10^h du soir, à $756^{mm},91$; une légère brise de nord nord-est au sud-ouest, constante pendant trois heures (de 1^h40^m à 4^h40^m), fit place à un faible vent de nord-est à 4^h53^m, au moment où un mugissement souterrain, accompagné d'émanations sulfureuses, signala le commencement du tremblement de terre....

II. Phénomènes qui ont accompagné le tremblement de terre. — 1° *Ménémeh.* Voici un extrait du procès-verbal (*mazbata*) dressé par les autorités de cette ville, le lendemain de la catastrophe :

« Sur 1140 maisons dont se compose Ménémen, dit ce document, 220 sont inhabitables, et le nombre des maisons et boutiques entièrement écroulées s'élève à 455. Toutes les mosquées, au nombre de 7, ont été endommagées ; 6 ont perdu leurs minarets, et leurs coupoles menacent ruine. L'église grecque est hors de service. On compte 6 morts et 31 blessés. La population campe dans les vignes.

» A une demi-heure de distance de Ménémen, du côté de l'ouest, la terre s'est fendue en plus de 160 endroits différents, et les fentes se sont refermées après avoir vomi, pendant trois heures, des eaux vert noirâtre qui ont inondé une grande partie de la plaine. »

Quelques-unes de ces crevasses, de $0^m,20$ à $0^m,30$ de largeur, ont donné issue à des eaux d'abord jaillissantes, puis courantes, pendant trois jours. En un point, où une grande ouverture avait englouti un champ de blé, on a vu sourdre un volume d'eau considérable, dans lequel il y avait des herbes marines, quoique la mer fût à une distance de trois heures. Cette eau était froide et saumâtre. Partout on sentait l'odeur caractéristique du soufre.

« Les villages d'Émir-Alem, Suleymanli, Barudjé, Hissar, Borghir et Telekler, sis aux environs de Ménémen et composés chacun d'environ 150 maisons, ont été presque anéantis, et

c'est à peine si 5 ou 6 habitations sont restées sur leurs fondements dans chacune de ces localités. »

A Émir-Alem, des éboulements ont eu lieu. D'énormes blocs de rochers se sont détachés de la montagne et ont roulé à plus de 30m dans la plaine. Les moulins à vent situés sur les collines, à l'entrée du bourg, sont presque tous détruits.

Entre Ménémen et Cordélio, à l'échelle de Thomasso, 300 à 400 chameaux venaient d'apporter des charges de pastèques et de melons. Ils étaient agenouillés et ruminaient tranquillement, lorsqu'ils ont senti les premières secousses du sol. Pris de frayeur instinctive, ils se sont livrés à une danse désordonnée, en poussant des beuglements affreux.

A Ouloudjak, beaucoup de maisons ont été endommagées. A Cordélio, des habitations ont été lézardées.

La ligne du chemin de fer de Smyrne à Cassaba, qui traverse le foyer du tremblement de terre, a été assez dérangée, dans la région du Boghaz, sur un parcours de 3km, pour qu'un train venant de Magnésie se vît forcé de rebrousser chemin. M. Redeuil, ingénieur français et administrateur de cette ligne, m'a affirmé que, sur plusieurs points, le terrain sur lequel reposent les rails s'était affaissé de 0m,60, *par glissement*, d'après lui, attendu que la chaussée est nivelée dans des terres d'alluvion assises sur les pentes de la montagne. L'eau qui a jailli sur la voie ferrée par des crevasses venait du Guédyzé et contenait du sable du lit de ce cours d'eau, très rapproché de la ligne en certains endroits. Deux ponts du chemin de fer ont subi un affaissement et des détériorations....

La plaine, entre Ménémen et Magnésie, a été également bouleversée de fond en comble. En différents points ont surgi des sources d'eaux thermales ou froides, qui paraissent être sulfureuses. Ailleurs, la terre s'est fendue, et de larges et profondes crevasses se sont formées.

2° *Bournabat*, ville de plaisance, à 8km de Smyrne et à 17km, en ligne directe, de Ménémen, a été très maltraitée. Plus de 250 maisons ont été délabrées. Presque toutes réclament des réparations importantes.

Au delà, les villages de Narlikeuï, Hadjilar, Bounarbachi, Ichiklar et Nymphio n'ont été que fortement secoués. A Coucloudja, l'église et le clocher ont été endommagés.

3° *Smyrne*, ville de 200000 habitants, distante de Ménémen de 17km, 7, en ligne droite, a subi des pertes matérielles incalculables. 4 personnes ont trouvé la mort sous les décombres, et 30 autres ont été blessées plus ou moins grièvement....

Aucune construction n'est exempte de réparations; le chiffre des cheminées renversées et des murs crevassés ne peut être évalué, même approximativement.... Cependant, les maisons construites près du quai et le quai lui-même, bien que forte-

ment ébranlés pendant le phénomène, n'ont pas conservé, autant que les autres constructions de Smyrne, les traces des violences de ce tremblement de terre.

Plusieurs raisons expliquent, je crois, cette différence. La première, c'est que ce nouveau quartier est placé sur un terrain rapporté, pris sur la mer, à l'aide de remblais récents, en sorte qu'il y a eu là, dans la transmission du mouvement, une déperdition de force plus grande que dans le roc ou dans les terrains plus anciens, tassés depuis longtemps. La seconde raison, c'est que les constructions nouvelles ont des fondations largement assises sur des poutres de bois horizontales ou verticales (pilotis), solidement enchevêtrées ou profondément enfoncées dans la terre : de là, et grâce aussi à la nature du sol, une grande élasticité qui adoucit les mouvements imprimés et rend, par suite, leurs effets moins désastreux. En outre, il ne faut pas oublier que ces maisons neuves n'avaient encore été ébranlées par aucun tremblement de terre.

Le long des quais, dans les bassins des établissements de bains, on constata que l'eau de la mer, soulevée de bas en haut, produisait une sorte de bouillonnement sur place, sans éprouver des mouvements rapides de flux et de reflux, comme ceux qui ont été remarqués ailleurs, dans des circonstances analogues.

Les eaux du lac de Tantale se sont comportées de la même façon que celles de la mer.

4° *Magnésie*, ville éloignée de Ménémen de 30^{km},5, sur le chemin de fer de Cassaba, a relativement peu souffert. Deux mosquées, dont l'une très ancienne, ont perdu leurs minarets et leurs coupoles, et plusieurs personnes ont été mortellement atteintes par la chute des débris de ces monuments.

Voilà bientôt deux mois écoulés depuis ce grand tremblement de terre, et l'équilibre du sol ne paraît pas encore près de se rétablir. Sans compter les trépidations plus ou moins accentuées qui se produisent presque journellement, on entend, de temps à autre, quelques petits craquements dans l'intérieur des maisons, symptômes qui paraissent résulter des *tassements* qui s'effectuent probablement dans le sol.

En résumé, les ravages et les phénomènes produits par ce tremblement de terre ont été limités à la chaîne du Sipyle et aux plaines qui entourent ces montagnes, dans un périmètre de quelques lieues seulement.

Cependant le contre-coup de cet ébranlement s'est fait sentir, comme je l'ai dit plus haut, à de grandes distances du foyer (à Brousse, à Rhodes, etc.). Les journaux d'Athènes ont annoncé que les chronomètres de cette ville se sont arrêtés le 29 juillet, au moment même où les terribles secousses avaient failli détruire notre ville.

Smyrne, située, pour ainsi dire, à califourchon sur les ramifications souterraines des volcans de l'Archipel, des foyers volcaniques du groupe du Kizil-Dagh et de ceux du mont Sipyle, occupe une position dangereuse qui lui a valu déjà, à travers les siècles passés, des destructions et des reconstructions nombreuses.

Les foyers des tremblements de terre qui ont détruit si souvent cette ville, dans l'antiquité comme de nos jours, paraissent toujours siéger au nord, *sous le Sipyle*, point où, depuis 1362 environ avant J.-C., c'est-à-dire depuis plus de *trois mille ans*, on peut admettre l'existence d'un volcan, trop faible pour s'ouvrir un cratère permanent, mais assez fort cependant pour bouleverser le sol et renverser des villes à des époques presque périodiques. Aussi suis-je tenté de dire, avec l'auteur de la relation du tremblement de terre de 1778 :

« Il faut avouer que ce pays n'est guère habitable que pour ceux que la nécessité y retient. Les malheurs de Smyrne, dans les différentes époques de son histoire ancienne et moderne, offrent un tableau qui donne de l'épouvante aux plus intrépides, et ce n'est pas une ville où l'on doive se fixer de préférence, malgré la liberté dont on y jouit et quelques agréments que l'on y trouve dans les temps tranquilles. »

Je ne dois pas oublier de faire remarquer, en terminant, la coïncidence du dernier tremblement de terre de Smyrne avec les catastrophes du même genre qui ont eu lieu dans d'autres parties du monde. On a signalé, en effet, du 12 au 21 juillet, les terribles bouleversements dont Manille a été le théâtre. Des nouvelles de Lisbonne ont annoncé qu'à la fin du même mois une île avait surgi, dans le groupe des Açores, à la suite d'un tremblement de terre. Le 25 juillet, des secousses ébranlèrent le sol des environs de Naples et donnèrent naissance, le 27, à deux nouveaux cratères dans le Vésuve. Enfin, après une dépression barométrique progressive depuis le 25, survint, le 29 du même mois, le tremblement de terre qui ébranla Smyrne et ses environs, en terminant la série des désastres volcaniques qu'une période néfaste de *dix-sept* jours venait d'enregistrer au profit de l'histoire géologique du globe.

UN NOUVEAU BAROMÈTRE ENREGISTREUR; par M. V. Tatin.

On cherche avec raison à remplacer les appareils ordinaires, c'est-à-dire ceux qui donnent une indication au moment où on les observe, par des appareils enregistreurs qui ont sur les premiers l'immense avantage d'indiquer, par la hauteur d'une courbe tracée, quelle a été la marche du phénomène que l'on a voulu observer, et cela avec l'indication de l'heure exacte à laquelle ont pu avoir lieu les variations. Ces instruments sont,

malheureusement, encore trop peu répandus, malgré les immenses services qu'ils sont appelés à rendre. D'abord leur prix est toujours très élevé; puis l'incommodité due à leur volume, souvent assez considérable, rend leur transport difficile.

J'ai donc entrepris de modifier quelques-uns de ces appareils et j'ai commencé par le baromètre, qui me paraît d'ailleurs le plus important. Voici une description sommaire de ce nouvel instrument.

J'ai réuni en chapelet plusieurs vases barométriques ordinaires de Vidie; ces vases sont indépendants les uns des autres, et la course minima de chacun, s'additionnant à celles des suivants, me permet d'obtenir, à l'une des extrémités du chapelet, une course suffisante pour éviter l'emploi d'un trop grand nombre d'organes amplificateurs. A cette extrémité mobile est articulé le petit bras d'un levier vertical, à l'autre bras duquel est fixé, sur un coulant, un petit cordage ou une chaîne métallique très fine; l'emploi du coulant a pour but de permettre de varier les longueurs relatives des bras du levier lors du réglage. Le petit cordage vient ensuite passer au-dessus des vases et s'enroule sur une poulie dont le diamètre est calculé de façon qu'elle fasse un tour pour les 7 ou 8 centimètres de mercure qui sont la limite des variations du baromètre; l'arbre de cette poulie en porte une seconde un peu plus grande et dont le développement est d'environ $0^{m},10$; c'est sur cette dernière que s'enroule un fil qui soutient le style inscripteur, guidé verticalement par deux petites tiges. On voit que par cette disposition les frottements, ordinairement si nuisibles, sont réduits au pivotage de l'arbre des poulies. Au-dessus de cet ensemble est fixé un petit mouvement d'horlogerie qui actionne un cylindre vertical de petit diamètre placé exactement derrière le style; deux petits galets placés en haut et en bas du cylindre, au devant de lui, maintiennent une bande de papier entraînée ainsi comme par laminage. Le papier est préalablement divisé par des lignes verticales indiquant les heures et horizontales indiquant les centimètres de mercure. Je dois à M. Mascart l'idée d'avoir modifié l'appareil de façon que le papier passé dans une journée ait exactement les dimensions d'une carte postale; on pourra ainsi employer les cartes que nous livre l'Administration des Postes et les faire passer par l'instrument après les avoir divisées. On les expédiera ensuite d'une station à une autre, ou on les centralisera à volonté, suivant les nécessités.

Cet appareil est, on le voit, des plus simples; la régularité de sa marche ne laisse rien à désirer. Néanmoins, par mesure de prudence, j'y ai ajouté un petit organe composé d'une lamelle d'acier fixée par une extrémité aux guides du style et dont l'autre extrémité appuie sur un rochet calé sur l'arbre d'un des

derniers mobiles du train d'horlogerie. J'obtiens ainsi une trépidation légère et perpétuelle de l'ensemble, qui assure au style la plus parfaite mobilité, même si par une cause quelconque, oxydation ou encrassement, on était fondé à craindre que l'instrument ne devînt paresseux.

Cet ensemble est enfermé dans une boîte s'ouvrant devant par une glace et n'est pas plus encombrant qu'une boîte de microscope ordinaire. Sa légèreté et son petit volume permettent de le construire, avec quelques modifications peu importantes, pour ascensions de montagnes et pour les explorations aérostatiques. Dans ces cas, le papier est divisé en 40 centimètres de mercure, et l'on place au départ le style au bas de la feuille (un bouton est disposé à cet effet); après l'expérience ou le voyage, on a un diagramme tout tracé de l'ascension et de la descente, bien supérieur, comme intérêt et surtout comme exactitude, aux diagrammes que l'on trace souvent avec des points trop rares.

Si, comme je l'espère, ces instruments peuvent rendre quelques services à la Science, c'est à l'Association scientifique de France, qui a déjà tant fait pour la Météorologie, que l'on en sera redevable; ce n'est que grâce à cette Société que j'ai pu entreprendre et mener à bonne fin cette étude; je l'en remercie, ainsi que M. S. Guichard, qui a toujours mis gracieusement son matériel spécial à ma disposition.

PERCEMENT DE L'ISTHME DE PANAMA. Note de M. **de Lesseps**, communiquée à l'Académie des Sciences le 4 octobre 1880.

Au moment où mon entreprise va passer de l'état de projet à la période d'exécution, je me félicite de donner à mes confrères la première nouvelle de l'organisation d'un syndicat formé par les principaux établissements financiers des États-Unis d'Amérique et de l'Europe. Ainsi se réalise la prédiction d'un des plus forts capitalistes d'Amsterdam, qui annonçait dernièrement, pour la réalisation du canal interocéanique, la fructueuse et bienfaisante alliance de la Science et du capital.

Le Gérant, E. COTTIN.

à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

7 NOVEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 32.

Une révolution en Médecine. Article de M. E.-J. Marey, Membre de l'Institut [suite (1)].

III.

Dans un rayon de soleil, regardez se jouer les poussières illuminées. C'est un charmant spectacle que de voir tournoyer au moindre souffle ces atomes étincelants; mais, pour le naturaliste, dans ce rayon lumineux se manifeste la présence des germes destructeurs de la vie. Il y a de tout dans ces poussières : à côté des débris inoffensifs de nos vêtements, il y a la limaille de fer des roues de nos voitures, de la fécule, de la terre ou des cailloux pulvérisés, le pollen des fleurs, des cristaux infiniment petits de toutes sortes de sels, des cellules d'épiderme, des débris d'animaux et de végétaux de toute espèce et puis des germes en nombre infini, si petits, qu'ils échappent la plupart, non seulement à la vue, mais encore aux plus puissants microscopes. Ces germes, si nous ne vous les montrons pas, nous allons cependant vous en prouver l'existence par des expériences décisives.

La plupart des altérations que subissent les matières organiques, fermentation, moisissure, putréfaction, exigent, pour se produire, qu'une semence spéciale soit introduite au sein de ces matières, s'y développe et s'y multiplie. C'est par les poussières atmosphériques que ces semences sont transportées. La poussière de nos appartements contient tous les germes possibles : exposez un instant à l'air un vase renfermant du jus de fruit, il fermentera; un pot de confiture, il moisira; un morceau de viande, il se putréfiera. C'est que les germes de fermentation, de moisissure et de putréfaction étaient dans l'air et ont été apportés, avec maintes autres sortes de poussières, sur la matière organique. Si l'altération des diverses

(1) Voir *Bulletin* n° 31.

substances n'est pas toujours la même, c'est que, parmi ces germes, ceux-là seulement se sont développés qui ont trouvé dans la matière animale ou végétale qui les a reçus les éléments de leur développement.

Hypothèse, dira-t-on, que cette théorie des germes atmosphériques partout répandus, et qui a reçu le nom de *panspermie.* Non, c'est un fait réel, et nous allons apporter les preuves de sa réalité.

Les poussières atmosphériques sont plus pesantes que l'air; aussi tendent-elles constamment à tomber. Le moindre souffle les soulève de nouveau, puis elles retombent encore. Il est toutefois des lieux si élevés qu'elles n'y peuvent atteindre, des endroits où l'air est si calme qu'elles tombent sur le sol pour ne plus s'en détacher. Dans ces endroits privilégiés, l'air est absolument pur. On peut y exposer une matière organique sans qu'elle fermente ni se corrompe. Mais l'expérience est délicate; il ne faut pas que l'opérateur qui veut y réussir porte avec lui des poussières atmosphériques. M. Pasteur a indiqué les précautions à prendre; leur minutie, qui peut sembler excessive, est la condition indispensable du succès.

Qu'on fasse bouillir une substance végétale dans un flacon rempli d'eau : la solution, exposée à l'air, se couvrira bientôt de moisissures. Empêchez l'air d'entrer dans le flacon avec les germes qu'il transporte : la moisissure ne se produira pas. Pour obtenir ce résultat, on ferme à la lampe le goulot du flacon pendant que l'infusion est bouillante. L'ébullition a tué tous les germes existant dans ce mélange; s'il ne s'en présente pas de nouveaux, l'infusion ne devra éprouver ni fermentation ni putréfaction. C'est ce qui arrive, en effet : la conservation industrielle des matières alimentaires est basée sur ce principe. Mais, au bout d'un temps plus ou moins long, brisez le col du flacon et laissez rentrer l'air : bientôt la masse liquide se trouble et fermente, ou bien à la surface on voit se développer une couche de moisissures. Mais, dira-t-on, cette expérience prouve seulement que l'air était nécessaire aux altérations qui se sont produites; rien ne prouve que des germes que personne n'a vus aient pénétré dans le flacon.

Pour répondre à cet argument, transportons nos flacons scellés à la lampe sur une haute montagne, au mont Blanc par exemple; les germes atmosphériques ne s'élèvent pas jusque-là. A ces altitudes, l'air est d'une pureté parfaite; cet air peut impunément entrer dans nos flacons, il n'y portera pas de germes organiques.

Toutefois, prenons garde : dans les sillons de notre épiderme, dans nos vêtements, dans nos cheveux, dans notre barbe, nous rapportons de la plaine toutes les poussières de nos maisons. Il ne faut pas que la moindre d'entre elles pénètre

dans notre liquide. Pour cela, M. Pasteur passe à la flamme d'une lampe le col du flacon; il purifie aussi par le feu la lime qui doit servir à le couper; puis, ces précautions prises, s'assurant que la direction du vent ne peut rien entraîner dans le flacon d'expérience, il ouvre celui-ci : l'air pur s'y introduit, et cet air n'amène aucune altération des matières qui y étaient renfermées.

Dans ces conditions, du moût de raisin bouilli ne fermentera pas; du sang, de l'urine, de la chair, ne subiront pas la décomposition putride.

Le même résultat s'obtient dans une cave bien close, où nulle agitation ne soulève les poussières. L'air s'y est purifié par le repos, comme le fait une liqueur qui, dès qu'elle n'est pas agitée, laisse précipiter les poussières qu'elle tenait en suspension.

Une expérience de Physique saisissante fait bien ressortir l'immense variété des matières tenues en suspension dans l'atmosphère. M. Gernez a montré qu'une solution d'un sel quelconque ne cristallise que si un petit cristal du même sel y est introduit pour servir de noyau aux cristallisations nouvelles. On croyait autrefois qu'il suffisait du refroidissement pour que la solution sursaturée laissât se former les cristaux : M. Gernez a fait voir qu'il n'en est rien. Mettons la solution saline à l'abri des poussières de l'air : elle se maintiendra liquide. Mais jetons-y la moindre parcelle du sel qu'elle tient en dissolution : aussitôt la masse se solidifie tout entière; l'atome cristallin qu'on y a jeté a provoqué la cristallisation totale et instantanée.

C'est ainsi qu'agissent les poussières de l'air; si elles provoquent la cristallisation des liqueurs salines, c'est qu'elles contiennent en suspension des cristaux du sel que l'on y avait dissous. Jetons dans la liqueur un cristal d'un sel étranger, par exemple une parcelle de sulfate de cuivre, dans une solution de sel marin : elle n'y provoquera point la cristallisation.

Le récit de cette expérience peut avoir l'air d'une digression; mais il prouve l'extrême complexité de la composition des poussières atmosphériques, leur richesse en éléments de toute nature, richesse d'autant plus grande que ces poussières sont recueillies dans les villes, où les matières les plus diverses sont incessamment employées pour les besoins de l'industrie, où les accumulations d'hommes, d'animaux et de plantes multiplient les germes organisés qui se répandent dans l'air.

Faut-il donc renoncer à trouver dans l'atmosphère de nos villes un air pur, sans aucun germe de fermentation, de putréfaction, de maladie?

Deux moyens permettent de purifier l'air de toute pous-

sière, et par conséquent de tout germe. L'un consiste à filtrer cet air à travers une carde de coton comprimée, chauffée préalablement à une haute température : c'est le procédé de M. Pasteur. L'autre consiste à renfermer cet air dans un espace bien clos, dont les parois sont humectées d'huile ou de glycérine, liquides qui ne sèchent pas et contre lesquels les poussières s'agglutinent pour ne plus s'en détacher : c'est le procédé de Tyndall. Qu'une chambre tout entière soit ainsi close et humectée sur ses murs et sur son plancher : après quelques heures de repos, l'air y sera d'une pureté parfaite. Un rayon de soleil qui pénétrera à travers les vitres n'y sera plus visible par les poussières éclairées. Dans cette chambre, comme sur le sommet du mont Blanc, on pourra exposer librement les solutions les plus diverses, sans qu'elles subissent d'altération, pourvu que l'expérimentateur s'entoure des précautions nécessaires pour ne pas introduire de nouveaux germes au sein de cette atmosphère purifiée.

Une expérience curieuse va montrer que l'air pur est incapable d'altérer les matières organiques. Tout le monde sait que le cœur d'une grenouille, détaché de l'animal, continue à battre; mais, au bout de quelques heures d'ordinaire, on voit les mouvements s'arrêter : le cœur est mort, dit-on. On devrait dire : le cœur est tué par la putréfaction. Des germes venant de l'air en ont altéré la substance et l'ont rendue impropre à la vie. Empêchons ces germes de l'atteindre, et la vie se prolongera pendant un temps d'une durée étonnante.

Dans une chambre préparée à la manière de Tyndall, portons une assiette, une cloche de verre et une capsule de porcelaine. Passons ces trois objets à la flamme d'une lampe à alcool, et plaçons la capsule de porcelaine sur l'assiette. Puis, avec des ciseaux également passés à la flamme, ouvrons la poitrine d'une grenouille et détachons le cœur, que nous laisserons tomber, avec quelques gouttes de sang, dans la capsule de porcelaine; enfin couvrons le tout avec la cloche de verre.

Si nous avons réussi à n'introduire aucun germe dans l'appareil, nous verrons que le sang ne s'altérera point, qu'il restera rouge et liquide, et que le cœur de la grenouille continuera à battre, non plus pendant quelques heures ou un jour, mais pendant plusieurs semaines.

En prouvant que l'air qui nous entoure renferme les germes de toutes sortes d'altérations, de fermentations, de maladies, nous avons sans doute inspiré à nos lecteurs une terreur profonde. Quoi ! nous sommes entourés de germes de mort ! nous les introduisons, en respirant, à l'intérieur de notre poitrine ! Comment résister à ces atteintes incessantes d'ennemis innombrables et terribles ?

Rassurons-nous, car pour nous défendre contre ces germes

redoutables nous avons une cuirasse admirable : l'épiderme. Incessamment renouvelé par la peau, qui le reforme à mesure qu'il tombe et se détruit, l'épiderme est comme un vêtement qui se reproduit de lui-même. Les couches superficielles, souillées de toutes sortes de substances dangereuses, se détachent et font place à de nouvelles couches qui émergent de la profondeur. La surface des muqueuses, revêtue d'une enveloppe épidermique plus mince, est protégée par les sécrétions qui l'humectent, la lavent et entraînent au dehors toutes les impuretés. La muqueuse des voies aériennes, plus admirable encore, est pourvue de cils vibratiles dont le mouvement continuel entraîne au dehors les poussières et les fait lentement cheminer vers les orifices extérieurs. Quant aux liquides contaminés que la salive introduit dans les voies digestives, leur destruction est le plus souvent assurée par l'action des sucs de la digestion.

Un des premiers principes de l'hygiène, c'est d'éviter soigneusement toute blessure à la peau qui pourrait livrer passage à des germes infectieux. Ce précepte, qu'on enfreint souvent sans inconvénient à la campagne ou dans tout endroit où l'air est assez pur, s'impose comme une nécessité absolue dans certains milieux où abondent les germes morbifiques. L'étudiant qui fréquente l'amphithéâtre d'Anatomie, le médecin, le chirurgien qui pansent des plaies doivent recouvrir avec le plus grand soin toute égratignure de leur main. Les ouvriers qui manient la chair des animaux abattus, qui en travaillent les peaux ou les fourrures, ont souvent payé de l'infection charbonneuse et de la mort une petite érosion de leur épiderme. Mais c'est surtout parmi les blessés, parmi les gens qui ont subi une opération chirurgicale, que l'infection par les organismes parasitaires fait des victimes.

Il nous reste à montrer comment se produit cette infection des plaies, quelles maladies elle engendre et comment on arrive à se mettre à l'abri de ces accidents, les plus redoutables qui puissent atteindre un blessé ou un opéré.

IV.

Il y a longtemps que les chirurgiens des grandes villes envient les succès de leurs confrères de la campagne. L'opération la mieux conduite échoue souvent dans nos hôpitaux, tandis qu'au fond de la province une amputation improvisée d'urgence par un opérateur de hasard, muni d'un couteau de boucher, guérit ordinairement sans suppuration ni fièvre.

On en accusait vaguement le mauvais air des centres populeux, mais sans se rendre compte du lien qui existe entre ce mauvais air et l'état de la plaie. Dans certaines circonstances, les chirurgiens assistent à la transformation de ces

conditions atmosphériques. A la guerre, on improvise une ambulance sous un hangar, dans une église, sous des tentes, sans rien des éléments de confort qu'on cherche à réunir dans des établissements hospitaliers. Dans ces locaux, trop froids ou trop humides, envahis par la pluie et les courants d'air, nombre de blessés guérissent; presque toutes les opérations sont suivies de succès. Un jour, tout change; un blessé a été amené d'une autre ambulance, ou bien ramassé sur le champ de bataille, où il avait été laissé pendant un certain temps pour mort. Avec ce nouveau venu, une maladie terrible est entrée dans l'ambulance : c'est la gangrène des opérés, la pourriture d'hôpital ou l'infection purulente; parfois, ce n'est que l'érysipèle, grave complication des blessures, qui, du moins, n'amène pas toujours la mort.

A partir de ce moment, l'ambulance est devenue un milieu empoisonné; partout se répandent les germes destructeurs : l'instrument du chirurgien, l'éponge qui étanche le sang, le linge qui sert à panser les plaies, l'eau qui doit les laver, portent ces germes avec eux. Vainement on évacue l'ambulance maudite : les blessés emportent avec eux, dans les salles nouvelles, les éléments de la contagion.

Cette redoutable complication de la Chirurgie militaire ou civile disparaîtra bientôt. Que dis-je ? elle a disparu, et la Chirurgie nouvelle, employant pour préserver les blessures de tous germes infectieux des moyens de plus en plus parfaits, rend de plus en plus rares les accidents que nous venons de décrire.

Le hasard a eu sa part dans cette transformation que subit la Chirurgie. Depuis longtemps déjà on avait reconnu que les plaies qui se trouvent à l'abri de l'air guérissent sans complication et que certaines opérations, dites *sous-cutanées*, donnent d'excellents résultats. Lorsque l'on coupe un tendon rétracté pour effectuer le redressement d'un membre difforme, on ne découvre pas ce tendon en incisant la peau; guidé par ses connaissances anatomiques, le chirurgien en reconnaît la position, puis, glissant obliquement la lame d'un bistouri, coupe le tendon dans la profondeur même des organes. Il retire alors l'instrument tranchant et ferme aussitôt la petite plaie qui lui a donné passage. La blessure guérit, en général, sans que l'opération donne lieu à aucun accident. M. J. Guérin, qui a donné une grande extension à l'emploi de cette méthode, accusait l'air d'exercer sur les plaies une fâcheuse influence; les idées de M. Pasteur ont attribué à cette influence nuisible de l'air sur les blessures sa véritable signification.

La méthode antiseptique (qui combat les germes) est l'application pratique d'expériences de laboratoire qui ont appris à connaître le danger des poussières atmosphériques et le moyen de les éviter.

Entrons dans l'hôpital où le professeur J. Lister, de Londres, pratique la Chirurgie : nous y verrons l'application rigoureuse de cette préservation des plaies de tout germe capable de les infecter. Pas de rideaux aux lits, pas de balayage inopportun, pas de tabliers souillés de sang ou de pus. Le chirurgien, en tenue de ville, les mains correctement lavées dans une solution d'acide phénique, n'emploie que des instruments plongés préalablement dans ce liquide destructeur des germes. Les fils qui servent à lier les artères, les éponges qui étanchent le sang ont été également plongés dans ce liquide. Puis, l'opération faite, la plaie est largement recouverte d'étoffes imperméables qui la protégeront efficacement contre toute atteinte des germes infectants. J'abrège les détails et j'arrive aux résultats de cette méthode admirable; ils se résument en un mot : l'opéré guérit presque toujours. Or la guérison se produit sans la fièvre et sans la suppuration, que l'on considérait jusqu'ici comme la suite presque nécessaire des opérations même les plus heureuses. Ces résultats pratiques nous apprennent que, parmi les germes de l'air, il paraît y en avoir qui président au développement de cette inflammation bénigne et de cette suppuration inoffensive. La hardiesse de l'opérateur s'accroît en présence de ces résultats favorables, et il tente avec succès ce que l'on eût considéré autrefois comme une témérité coupable.

Mais la Médecine, dira-t-on, a-t-elle bénéficié de ces récentes et si remarquables découvertes? Elle en a jusqu'ici beaucoup moins profité que la Chirurgie; cela tient à des causes diverses et particulièrement à la multiplicité des espèces morbides transmissibles et à la grande variété de leurs modes de transmission.

Le nombre des maladies contagieuses est plus grand qu'on ne pense. La peste, le typhus, la variole, la dyssenterie, le choléra, la diphtérie et tant d'autres sont contagieuses, de l'aveu de tous les médecins. La phtisie tuberculeuse, qui, dans les grandes villes, entre pour un tiers dans la mortalité totale, est également transmissible; ajoutons tout le cortège de ces affections, généralement plus bénignes, auxquelles presque personne n'échappe dans le jeune âge.

Mais ce n'est pas toujours par la contagion directe, ou de l'homme à l'homme, que les maladies nous arrivent. Aux champs l'air des marais, à la ville les émanations des égouts et des fosses d'aisances sont des foyers d'infection.

D'autre part, avec nos aliments et nos boissons s'introduisent bien des germes nuisibles, la trichinose et tous les parasites intestinaux, sans parler du choléra et de la fièvre typhoïde, contre lesquels l'intégrité de notre muqueuse digestive ne semble pas être toujours une protection suffisante.

Admettre qu'un très grand nombre de maladies nous viennent du dehors n'est plus une supposition bien audacieuse depuis que les expérimentateurs ont montré l'immense variété des germes organiques qui souillent l'air et les eaux. Mais comment se défendre de ces ennemis innombrables ? Le lecteur n'attend pas de moi un programme complet de préservation contre les maladies. Ce programme se formulera peu à peu, d'une part en prescriptions d'hygiène publique et privée, d'autre part en préceptes utiles pour empêcher les malades de contagionner ceux qui les approchent et leur donnent des soins.

Cela n'est pas, dira-t-on, la véritable Médecine et ne nous apprend rien sur l'art de guérir. C'est vrai; mais, si l'on en croit le proverbe, « prévenir vaut mieux que guérir ». En tout cas, en même temps que se perfectionne le traitement des malades, c'est un devoir de chercher à conserver la santé de ceux qui se portent bien.

Déjà certains préceptes d'hygiène ont été formulés; ainsi, l'usage des viandes insuffisamment cuites, du lait non bouilli, de l'eau non filtrée, doit être proscrit. Ce n'est pas là une recommandation banale; l'expérience, en effet, a montré bien souvent que ces aliments et ces boissons peuvent communiquer de graves maladies. L'eau elle-même, dans certains cas, doit, pour être potable, subir l'ébullition, les filtres ordinaires ne la débarrassant pas des germes dangereux qu'elle peut contenir. Si limpide qu'elle soit, l'eau des fleuves, dans les pays tropicaux, doit être considérée comme suspecte. Respirer les poussières des habitations, de celles surtout où vivent de grandes agglomérations d'hommes, est encore un danger que l'on doit éviter. Aussi, le lavage des ateliers, des casernes, des dortoirs de collège, devrait-il être substitué à la dangereuse opération du balayage.

Nous n'entreprendrons pas l'énumération des soins que le bon sens suggère pour réduire au minimum les chances d'absorption de germes infectieux par l'air, par l'eau, par les aliments. C'est auprès des malades surtout que le danger de contagion, devenant plus pressant, réclame une plus grande prévoyance.

Autrefois, les hôpitaux avaient une réputation déplorable; il s'y contractait, disait-on, beaucoup de maladies. Que de fois, en effet, n'avait-on pas vu un pauvre malade, entré à l'hôpital pour une légère bronchite, y contracter une variole qui l'emportait; un enfant, soigné pour une rougeole, mourir du croup; une accouchée succomber aux atteintes de la péritonite puerpérale ! Peu à peu on arrive à isoler des autres les sujets atteints d'affections contagieuses. C'est la variole surtout qui a été l'objet de ces mesures prévoyantes, et l'on a vu

diminuer le nombre des cas de variole qui se déclaraient dans l'hôpital. Mais que de contagions s'y produisent encore !

Au surplus, cet isolement, qui consiste à mettre le malade dans une chambre spéciale, est encore bien imparfait. Les gens de service qui l'approchent, les médecins eux-mêmes, peuvent transmettre la contagion. Il faudrait que, à mesure qu'ils se produisent, les germes infectieux fussent détruits sur place, afin que d'un malade il ne pût rien émaner qui fût dangereux pour autrui. La pratique chirurgicale nous offre pour cela des moyens éprouvés. Les matières infectieuses peuvent être considérées comme inoffensives tant qu'elles sont liquides; le pus des abcès, les déjections des malades ne transmettent, paraît-il, que des odeurs mauvaises, quoique sans grand danger. Mais il ne faut pas que des linges, souillés de ces liquides, se dessèchent et puissent émettre des poussières, car alors tous les germes infectieux deviennent libres et s'envolent partout au souffle du vent.

La pratique de plonger tout linge souillé dans un baquet plein de liquide désinfectant, de brûler les pièces qui ont servi aux pansements, est absolument imposée par la prudence. Ne peut-on pas espérer que les procédés si ingénieux, souvent si simples, des laboratoires s'introduisent un jour dans les hôpitaux pour y purifier l'air, et que les murs des salles, ainsi que le plancher, seront enduits de quelque substance capable de retenir les poussières dangereuses ?

On a proposé des procédés de ventilation qui entraîneront les germes contagieux dans des conduits où ils passeront par la flamme, au lieu d'être rejetés au dehors et de semer les maladies dans les quartiers voisins. Il est, en effet, indispensable de se préoccuper du péril que constitue pour un quartier le voisinage d'un hôpital. La statistique de la mortalité dans les grandes villes semble montrer que les cas de croup ou d'angine couenneuse sont plus fréquents dans les quartiers qui avoisinent les hôpitaux d'enfants.

Dans l'histoire des épidémies de peste qui désolèrent l'Europe au moyen âge, il est fait mention de certaines pratiques qui passaient pour diminuer les dangers de la contagion. Chacun imprégnait d'huile son linge et ses vêtements; on plaçait aux portes des maisons un baquet rempli d'eau où étaient plongés le pain et les provisions du jour avant qu'on les laissât pénétrer dans le logis. A quoi attribuer ces pratiques ? Y doit-on voir une application inconsciente, ou du moins non formulée, de la théorie qui attribue aux poussières le rôle d'agents ordinaires du transport de la contagion ?

A cette époque aussi le médecin n'abordait les malades qu'avec une sorte de masque sur le visage, et parfois avec un vêtement complet qu'il déposait avant de rentrer chez lui. Les

médecins de nos jours répugneraient à de pareilles mesures, même si l'efficacité en était démontrée. Ils seraient humiliés si l'on pouvait croire qu'ils redoutent le danger. Et pourtant le soldat ne rougit pas de porter une cuirasse. Pourquoi, dans certaines circonstances, le médecin n'accepterait-il pas des moyens de préservation personnelle ?

C'est à visage découvert que l'on pratique l'opération de la trachéotomie sur les enfants atteints du croup. Presque toujours, pendant l'opération, l'enfant expulse des fausses membranes, qui jaillissent au visage du médecin et trop souvent lui communiquent le mal. Le danger est tel, en pareil cas, qu'on peut se demander si la trachéotomie n'a pas tué plus d'opérateurs qu'elle n'a sauvé d'opérés. Un petit appareil obturateur, placé au-devant de la bouche et des narines, mettrait à coup sûr le médecin à l'abri du danger. Il faut espérer qu'une susceptibilité exagérée ne s'opposera pas toujours à cette mesure indiquée par la plus légitime prudence.

En somme, se préserver d'une maladie contagieuse, c'est encore rendre service à autrui : c'est, en effet, préserver tous ceux à qui, après l'avoir contractée, on pourrait la transmettre soi-même. Eteindre sur place une maladie transmissible en l'empêchant de se propager, c'est réellement sauver la vie à plusieurs personnes. Dès que les cas de maladies transmissibles commencent à devenir moins nombreux, le danger de les voir se propager diminue ; l'atmosphère, de moins en moins chargée de germes délétères, s'assainit, et l'on a déjà vu ces effets se produire dans les salles de Chirurgie où se pratique la méthode antiseptique. Ainsi poursuivies dans le principe qui les engendre, bien des maladies contagieuses diminueront sans doute de fréquence, et disparaîtront peut-être pour de longues périodes, sinon pour toujours.

Mais alors, direz-vous, on ne mourra donc plus ?

On mourra, cher lecteur, mais on verra moins souvent qu'aujourd'hui ces morts accidentelles, ces morts injustes qui frappent à l'improviste des êtres bien conformés et qui semblaient devoir vivre longtemps. On atteindra plus souvent le terme normal de l'existence, l'âge avancé où le corps est épuisé par les travaux d'une longue carrière, le cœur rassasié de la vie et où la mort est le repos.

Sur l'origine des filons ; par M. **vom Rath**. Compte rendu par M. de Cosgny (¹).

Comme M. Amédée Burat, M. vom Rath a fait une étude détaillée des célèbres gisements métallifères des environs de

(¹) Cet article est tiré de la Revue publiée par MM. Delesse et de Lapparent, sous le titre suivant : *Extraits de Géologie*, et inséré dans une des

Campiglia, dans la Maremme toscane. Plusieurs filons parallèles traversent la région, et le principal est, à proprement parler, un énorme dyke éruptif qui s'est évidemment introduit de bas en haut, en se moulant exactement dans une fissure presque verticale produite à travers les couches stratifiées, avec accompagnement de diverses dislocations et d'un soulèvement partiel. Ce dyke, qui va en s'élargissant en profondeur, est comparable, dans sa section transversale, à un coin peu régulier, dont l'arête tranchante serait tournée vers le haut; il n'est visible à la surface du sol que de distance en distance, en des points isolés où il a lancé des ramifications verticales; partout ailleurs sa crête est recouverte par de puissantes assises calcaires à travers lesquelles la fissure ne s'est pas propagée.

En analysant la structure interne de ce filon, on est conduit à admettre que la même fissure a dû se rouvrir à plusieurs reprises, pour donner chaque fois accès à de nouvelles matières affluant des profondeurs terrestres. On y reconnaît, en effet, un certain nombre de dykes distincts et juxtaposés dans toute l'étendue du filon. Ces diverses masses sont une roche d'augite fibreuse, présentant la structure *orbiculaire,* une ilvaïte compacte, un porphyre augitique, un porphyre quartzifère. Toutes ces roches portent les traces évidentes des froissements violents qu'elles ont éprouvés; elles se sont d'ailleurs pénétrées réciproquement, d'une manière capricieuse et irrégulière, ensemble de circonstances qui s'expliquerait en admettant qu'elles ont fait éruption à l'état pâteux. M. vom Rath est d'ailleurs d'avis que les deux roches porphyriques sus-mentionnées pourraient bien être identiques dans leur origine, la différence de leur composition devant être attribuée d'une part à l'influence chimique des masses avec lesquelles elles se sont trouvées respectivement en contact, d'autre part aux circonstances spéciales qui ont présidé à leur cristallisation, telles, par exemple, que la température des milieux.

Les divers sulfures métalliques sont en partie disséminés dans l'ilvaïte; mais ils sont surtout abondants vers le centre des sphéroïdes d'augite radiée et vers les contacts des différentes roches éruptives. Le quartz, la calcite, l'épidote et quelques minéraux accidentels se rencontrent également vers ces contacts. Un phénomène remarquable est la transformation fréquente en serpentine, par pseudomorphose, de l'augite et de l'olivine du porphyre, dans la zone de contact de ce dernier avec l'ilvaïte.

Il résulte de ces dispositions qu'une portion notable des minerais métalliques faisait probablement partie intégrante

---

dernières livraisons des *Annales des Mines* (1880). Cette Revue forme un Volume in-8° qui se trouve chez l'éditeur Dunod.

des magmas plastiques qui ont fait irruption dans le filon. Mais, en même temps, les analyses chimiques démontrent que la totalité des éléments constitutifs des minéraux propres aux zones de contact n'a pu être fournie par les masses contiguës, que notamment la magnésie et le manganèse qu'on trouve dans la serpentine ne proviennent pas de la roche d'ilvaïte. Il y a donc eu un apport de matière, consécutif du remplissage du filon.

Contrairement à une idée aujourd'hui très répandue, M. vom Rath pense que la circulation des eaux d'origine météorique n'est ici pour rien dans les faits à expliquer. La connexion intime de la roche encaissante et des diverses roches du filon, la compacité de ces roches, le recouvrement du filon sur une grande étendue par une masse calcaire non fissurée, écartent, selon lui, toute idée d'une circulation d'eau courante. Il faut observer cependant que l'eau pouvait, en tout cas, s'introduire par imbibition capillaire, et qu'en creusant le sol on trouve pour ainsi dire partout des nappes d'eau souterraines.

Comme le filon est entièrement encaissé dans un calcaire saccharoïde, pur, qui s'étend de toutes parts à de grandes distances, et dont l'état résulte d'un métamorphisme régional antérieur à l'apparition du filon, il est impossible que l'eau ait trouvé dans ce marbre les éléments des minéraux dont il s'agit d'expliquer l'origine. Toutefois, de profondes excavations pratiquées par les Étrusques ont, pendant des siècles, donné accès sur quelques points aux infiltrations des eaux pluviales; il en est résulté la décomposition des pyrites et de curieuses formations de sulfate de chaux cuprifère, de silicate de cuivre hydraté, de sulfate et d'arséniate de fer, etc., productions d'un tout autre ordre que celles qu'il faut expliquer. Il semble résulter finalement de l'étude du gîte que toutes les matières qu'il renferme tirent également leur origine des régions profondes.

Quel est donc l'agent qui a servi de véhicule à la matière minérale? M. vom Rath admet, avec la plupart des géologues, que c'est l'eau venue de l'intérieur de la Terre. Il lui paraît que les masses plastiques ayant rempli le filon étaient des magmas aqueux et que l'eau surchauffée, soit à l'état liquide, soit plutôt à l'état de vapeur, tenant en dissolution divers éléments minéraux, accompagnait les éruptions et continuait pendant un certain temps à se dégager en se frayant un passage entre les surfaces de contact des roches.

En partant de ces idées, et tout en faisant une part convenable aux effets de la circulation de l'eau dans la partie externe de l'écorce terrestre, on est conduit à se demander si les filons métallifères ne sont pas souvent en rapport, par leur partie inférieure, avec des dykes éruptifs analogues à ceux de

la Toscane, et si les minéraux métalliques plus particulièrement n'ont pas été amenés des entrailles de la Terre à la faveur d'exhalaisons d'eaux et de vapeurs aqueuses fortement minéralisées.

Système d'avertissements télégraphiques a l'usage des pêcheurs employés en Norvège.

L'exposition internationale des produits et ustensiles de pêcherie qui vient d'avoir lieu à Berlin a permis de constater de nouveau combien le télégraphe rend de services aux pêcheurs le long des côtes de la Norvège. Environ 40000 pêcheurs sont échelonnés presque toute l'année depuis Drontheim jusqu'à Berlevaag, sur les rivages de la mer Glaciale, et ils sont tenus constamment en communication entre eux au moyen de stations télégraphiques dites *de poisson*.

Voici quelques détails intéressants, publiés par le journal *le Monde de la Science et de l'Industrie,* sur le développement, l'état actuel et le fonctionnement des télégraphes de pêcheries ou de harengs en Norvège.

Toutes les installations télégraphiques qui se rattachent à la pêche du hareng sont situées au nord de Drontheim; la première date de 1861. On établit d'abord une ligne locale dans les îles Loffoden, ligne qui fut rattachée au réseau télégraphique général en 1868 par un fil de 690^{km} de longueur, allant de Brettesnaes à Namsoes et se reliant à une ligne Namsoes-Drontheim déjà construite.

En 1869, la ligne des Loffoden fut poussée jusqu'à Tromsoë, et en 1870 elle s'étendait, en passant par les villes les plus septentrionales de la Norvège, Hammerfest, Vadsoe et Vardoe, jusqu'à la mer Glaciale. De 1870 à 1877, la ligne principale s'est trouvée complétée par l'addition de nombreuses lignes latérales et par un prolongement passant par Vardoe, le long de la côte de la mer Glaciale, jusqu'à Berlevaag. La longueur totale du réseau dans les districts septentrionaux des pêcheries comprend 3595^{km} de lignes, et les frais d'installation ont coûté à l'État 2600000 couronnes.

Parmi ces lignes télégraphiques, celles qui se trouvent le long des côtes, près de Stavanger et de Bergen, sont consacrées principalement à la pêche du hareng d'hiver et de printemps (*vaar-hering*), laquelle a lieu depuis janvier ou février jusqu'au 15 ou 20 mars. Pendant ces mois, les harengs s'approchent des côtes pour déposer leur frai sous la protection des rochers dans les eaux peu profondes.

Les premiers indices de l'arrivée des harengs, les *premières lueurs du hareng,* comme disent les Norvégiens, se révèlent peu de temps avant le début de la pêche. On aperçoit alors

d'innombrables troupes de poissons venant de la haute mer et qui se pressent le long des côtes : c'est, suivant le langage des pêcheurs, la *montagne de harengs* qui s'avance; elle est accompagnée de cétacés et de myriades d'oiseaux de mer.

Des inspecteurs appartenant aux pêcheries transmettent alors par le télégraphe à toutes les stations des avis réguliers qui sont affichés, afin de tenir les pêcheurs partout au courant de l'arrivée du poisson; des stations télégraphiques volantes sont d'ailleurs prêtes à être transportées à n'importe quel point de la côte. Depuis le moment où le hareng a dépassé l'entrée du golfe, le télégraphe indique ses moindres mouvements.

Aussitôt avertis, les pêcheurs accourent de toutes parts avec leurs filets, embarcations, tonneaux, et du sel; acheteurs et trafiquants prennent aussi le chemin des endroits où la pêche doit être la plus abondante. La population sait très bien apprécier le rôle important que joue le télégraphe dans son industrie, et, dans les cas fréquents où la capture du poisson n'a été rendue possible que par l'intervention du télégraphe, elle donne au poisson capturé le nom de *hareng au télégraphe*.

Jusqu'en 1870, les installations télégraphiques établies pour la pêche du hareng d'hiver et de printemps ont été de beaucoup les plus importantes; mais celles que l'État a fait construire depuis cette époque pour la pêche du cabliau et du hareng gras (hareng d'été et d'automne) ont pris la première place et l'emportent maintenant sur les précédentes. La pêche du cabliau et du hareng gras se fait dans tous les fonds de pêcherie, le long de la côte d'Aalesund, à Christiansund, près des îles Loffoden et sur les côtes des deux côtés du cap Nord jusqu'à la frontière russe.

L'importance du télégraphe se fait surtout sentir à l'automne, époque à laquelle le hareng pénètre en bancs épais dans les fiords, tantôt sur un point, tantôt sur un autre de cette côte si étendue.

En dehors des avis sur les mouvements des bancs de poissons, on indique, par télégraphe, aux différentes pêcheries et aux villes intéressées, la marche de la pêche, les prix du poisson, etc. De plus, le télégraphe expédie chaque jour, pendant la durée de la pêche, des bulletins météorologiques, des indications sur la direction et la force du vent, l'état de la mer, la température, les probabilités de tempêtes, ce qui rend des services inappréciables aux populations du littoral.

Une villa romaine a l'ile de Wight; par M. **L. Perron.**

A Morton-Farm (la ferme de Morton), non loin de Brading (île de Wight), on a découvert récemment une villa romaine. Les restes qu'on a déjà mis à jour ont éveillé la curiosité des

archéologues, et plusieurs d'entre eux ont insisté auprès de la Société des antiquaires pour que les fouilles soient continuées, une partie seulement de la villa ayant été déblayée. Les murs extérieurs, autant qu'on peut s'en rendre compte, mesurent 52 pieds (mesure anglaise) sur 37 et enferment six chambres avec corridors, qui doivent communiquer avec beaucoup d'autres pièces.

Outre un parquet boisé, des vestiges d'aménagement pour le chauffage, ainsi que des cheminées, des peintures à fresque, des tuiles, des médailles, des poteries, etc., on a retrouvé les restes d'un pavé en mosaïque, d'un dessin inusité.

Ces antiquités couvrent un assez grand espace de terrain dont la surface est cultivée; mais la propriétaire, lady Oglander, ainsi que le locataire actuel, ont offert toutes les facilités pour qu'on puisse poursuivre les travaux.

Depuis quelques jours donc, les fouilles ont été reprises, et l'on a mis à découvert une nouvelle pièce d'habitation de cette villa antique; on y a trouvé une intéressante mosaïque, dont le centre est occupé par une figure d'Orphée jouant de la lyre, au milieu d'animaux.

On a trouvé également des médailles, dont quelques-unes en cuivre, du règne de Victorinus, A. D. 268.

Ces trouvailles sont d'un grand intérêt; elles se rapportent au temps de l'occupation de l'île par les Romains. On a dit déjà que la chevelure foncée et les yeux brillants des véritables indigènes provenaient du séjour des colons italiens.

Une mer morte en Californie.

Nous lisons dans le *San Francisco Chronicle:* « Le navire à hélice *Rocket* va être placé sur le lac Mono; il n'aura pas de peine à flotter, attendu que la densité de l'eau du lac est tout à fait remarquable : c'est tout le contraire de celle du lac Tahoe, où le corps d'un noyé ne remonte jamais à la surface.

Pour l'amertume et l'état trouble, les eaux du lac Mono surpassent celles de la mer Morte. Elles contiennent une si grande quantité d'alcali, que par un grand vent le lac ressemble à un vaste baquet d'eau de savon. Tout le long du bord contre lequel passent les vagues s'élève une couche de mousse de 5 pieds de haut, et parfois le vent en détache des morceaux de la grosseur d'un boisseau, qu'il emporte à plusieurs centaines de pieds plus loin. La surface du lac est tellement élastique, qu'on peut naviguer dessus avec un radeau formé de quatre ou cinq perches de cotonnier sec.

Au milieu du lac se dressent des îles d'une roche analogue à de la lave durcie, à travers lesquelles bouillonnent des courants, dont l'eau est comme celle du lac; mais à un endroit on

rencontre une grande source d'eau fraîche! C'est une espèce de fontaine. Une colonne d'eau fraîche, de 3 pieds environ de diamètre, en jaillit avec une telle force, qu'elle s'élève à une hauteur d'au moins 2 pieds au-dessus du niveau général du lac, en forme de monticule et avec un bouillonnement dont le bruit s'entend à une grande distance. Si cette fontaine n'avait pas à traverser une profondeur de 8 à 10 pieds d'eau, il est probable qu'elle s'élèverait en l'air à une hauteur considérable.

Photographie instantanée.

Le journal *Engineering* annonce qu'un photographe d'Henley-on-Thames, près de Londres, vient d'obtenir par le nouveau procédé à la gélatine des reproductions instantanées d'objets extrêmement mobiles.

C'est ainsi qu'il a photographié la locomotive de l'express du Flying Dutchman, sur la ligne du Great Western, à la station de Twyford, lorsque le train était lancé à la vitesse vertigineuse de 96^{km} à l'heure. La locomotive a été reproduite dans tous ses détails avec autant d'exactitude que les objets immobiles environnants. A l'aide d'un volet que l'on fait glisser rapidement devant l'appareil, la plaque ne reste exposée à la lumière que pendant $\frac{1}{500}$ de seconde, de sorte qu'il serait possible de photographier tous les wagons d'un train express pris en travers.

Recherches sur la fermentation des fromages; par M. **Duclaux**.

Dans la séance du lundi 2 novembre, M. Pasteur a présenté à l'Académie un nouveau Mémoire de M. Duclaux sur les transformations que subissent les fromages durant le cours de leur fabrication. Ce chimiste fait voir que ces transformations sont dues avant tout à des ferments figurés. Les uns, qui sont aérobies, déterminent une véritable digestion de la caséine; ils se retrouvent dans l'estomac et dans les intestins des animaux et contribuent efficacement aux phénomènes de la digestion. Les autres sont au contraire anaérobies, et c'est à eux que sont dues les matières de haut goût d'où le fromage tire la saveur plus ou moins forte qui le rend agréable.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

14 NOVEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 33.

Les orages volcaniques; par M. **Faye**.

Un des phénomènes les plus frappants de la Géologie, c'est assurément l'incorporation de l'eau, à haute pression, dans les silicates fondus qui ont pénétré dans les fissures profondes de l'écorce terrestre, transformés ainsi en une lave ardente, presque explosive, ou capable du moins de bouillonner avec violence à une température inférieure au point de fusion complète. La lave remonte, se déverse sur les flancs d'un volcan, délivrée d'une puissante compression. L'eau s'en échappe alors sous forme d'abondantes fumées où la vapeur d'eau figure, d'après Ch. Sainte-Claire Deville, pour neuf cent quatre-vingt-dix-neuf parties sur mille. Il en est de même de la lave qui reste dans le cratère : celui-ci émet d'instant en instant, par bouffées explosives, des torrents de vapeur d'eau qui s'élèvent en forme de colonne nuageuse dans l'atmosphère. Je n'ai pas à m'occuper ici du phénomène chimique, qui a été si remarquablement étudié par notre savant géologue M. Daubrée; je veux seulement faire observer que, pendant les éruptions paroxysmales, la vapeur d'eau lancée par un volcan prend des proportions énormes et donne naissance à des phénomènes météorologiques d'un certain intérêt. Ce sont des orages volcaniques; la foudre y éclate en traits nombreux, suivis de pluies et même d'averses, en sorte qu'à première vue on est tenté d'identifier ces orages, dus à l'action du soleil encroûté que nous foulons au pieds, avec les vrais orages dus à l'action du soleil extérieur.

L'Académie se rappelle les longues discussions que j'ai eu à soutenir contre plusieurs savants météorologistes sur cette question des orages. J'affirmais, et je crois avoir complètement démontré, par l'ensemble des faits connus, que ces orages sont dus à des mouvements gyratoires descendant de la région des cirrhus jusque dans celle des nuages infé-

rieurs, et même quelquefois jusqu'au sol, sous forme de tornades. J'ai fait voir que ces gyrations puissantes prennent naissance dans les courants supérieurs réguliers qui charrient les cirrhus fortement électrisés et à très basse température; les orages qu'elles produisent participent dès lors à leur translation rapide et parcourent ainsi en peu d'heures d'énormes espaces. Je ne connais pas d'exception à ces simples lois de Mécanique atmosphérique.

Voici néanmoins des phénomènes qui possèdent quelques-uns des aspects d'un orage et qui éclatent dans des colonnes nuageuses lancées violemment de bas en haut. Faut-il croire que les météorologistes n'avaient pas tout à fait tort d'attribuer les orages solaires à des colonnes ascendantes d'air chaud, allant porter leur humidité dans les régions supérieures et s'y condenser en nuages fortement électrisés? En aucune façon; il me sera facile de montrer que les orages volcaniques diffèrent essentiellement des orages odinaires; au fond, ils ne leur ressemblent pas autrement que le flux d'étincelles et de nuages qu'on obtiendrait artificiellement avec une puissante chaudière électrique d'Armstrong. L'objet de la Note actuelle est de préciser ces différences capitales.

Au commencement du trop court séjour que je viens de faire à Naples, l'air était calme; la fumée du Vésuve s'élevait verticalement par bouffées successives jusqu'à une assez grande hauteur; là une légère brise l'emportait vers la pointe de Sorrente, au-dessus de laquelle elle formait une panne de nuages. La nuit, cette colonne s'illuminait à la base, de minute en minute, parce que le volcan, se débarrassant par intermittences des scories qui en obscurcissent la lave, lançait des volées de pierres incandescentes; celles-ci retombaient en s'écrasant sur les flancs du petit cône ou dans le cratère lui-même. C'est le phénomène que M. Siemens a étudié récemment dans une Note du plus haut intérêt, lue à l'Académie de Berlin le 17 octobre 1878. Si l'on se reporte à l'hypothèse météorologique que j'ai combattue, on trouvera là tous les éléments nécessaires, selon cette théorie bien entendu, à la formation de fréquents orages locaux.

On se rappelle en effet que, dans cette étonnante théorie, la première condition de la formation d'un orage, c'est le calme de l'atmosphère et un certain renversement des densités qui se produit souvent dans les couches basses, de manière à rendre légèrement instable l'équilibre habituel. Ces couches basses ne demandent alors qu'à monter; elles ne sont retenues que par le poids des couches supérieures. Mais si, par une cause quelconque, cet équilibre instable est troublé en un point, par exemple par la colonne de fumée qui s'élève au-dessus d'une cheminée, l'air inférieur se précipite *horizon-*

talement vers la base de cette colonne, appelé qu'il est par une sorte de tirage; bientôt le phénomène s'agrandit, l'air chaud et humide s'emporte dans les airs en une colonne gyratoire de plus en plus vaste et va former en haut des nuages au sein desquels éclateront, à ce qu'on suppose, la foudre, la grêle et les averses. On a même essayé de provoquer ainsi artificiellement des orages : rien de plus simple, en effet, puisqu'il suffirait d'une atmosphère calme, légèrement surchauffée en bas, et d'y allumer un feu de paille dont la fumée donnerait la première impulsion.

A Naples, le Vésuve est là en permanence pour remplir cet office par sa colonne ascendante de vapeur surchauffée. Chaque fois que l'atmosphère est dans l'état susdit d'équilibre instable, il devrait donc se former un orage, grâce à l'appel puissant de cette colonne ascendante. Je n'ai pas besoin de dire qu'il ne s'en forme jamais et qu'à Naples, comme ailleurs, les orages arrivent tout formés; ils disparaissent ou plutôt ils s'éloignent de même, sans relation aucune avec le Vésuve.

On sait que les météorologistes ont fini par adopter l'idée que les mouvements atmosphériques sont essentiellement tourbillonnaires, avec cette particularité que les gyrations, provenant, selon eux, de la rotation diurne du sol, s'exécutent autour d'axes verticaux; seulement ils veulent que ces gyrations soient ascendantes.

J'ai examiné avec soin la colonne ascendante du Vésuve, de près comme de loin, sans y trouver la moindre trace de pareils mouvements gyratoires. Les énormes flocons de nuages qui s'en échappent paraissent bien tourbillonner; mais ce sont des mouvements confus, tumultueux, dans les flocons seulement, et, si ceux-ci devaient parfois présenter quelque chose de régulier, ce serait le tourbillonnement autour d'un axe circulaire horizontal, comme les couronnes de fumée qu'on chasse d'une pipe en y soufflant d'un coup sec. L'absence de mouvements gyratoires à axe vertical, que j'ai constatée pendant une période de calme relatif, se retrouve même en temps d'éruption. J'ai sous les yeux un dessin de l'éruption de 1822 où l'on voit les nuages issus des laves remonter les pentes du volcan et, obéissant à l'appel de la colonne éruptive, s'élever verticalement avec elle jusqu'au ciel. Il est facile de constater qu'ils ne s'enroulent pas autour de cette colonne; rien ne présente la moindre trace de mouvement gyratoire, et cependant de cette colonne ascendante partent en tous sens des traits de foudre.

Les orages volcaniques ne se produisent que pendant les grandes éruptions. Ils ne se déplacent pas; c'est toujours de cette colonne ou des flocons de nuages qui la forment que jaillissent les éclairs, et il y a ceci de très particulier que leur

apparition est intimement liée à la présence et à la chute de cendres abondantes. C'est ici une règle constante, formulée par l'éminent directeur de l'Observatoire du Vésuve, M. Palmieri :

1° Les cendres qui retombent sur le sol sont toujours chargées d'électricité négative.

2° Il n'y a jamais de décharges électriques (elles s'opèrent dans la partie moyenne de la colonne), à moins que la cendre ne tombe en abondance des nuages supérieurs.

Ainsi, pas de mouvements gyratoires, immobilité complète de l'orage volcanique qui reste confiné dans la colonne de nuages ascendants, pas d'éclairs sans le concours des cendres, voilà déjà quelques traits qui font des orages volcaniques une classe absolument distincte de celle des orages solaires, en les identifiant presque avec les effets de la machine d'Armstrong. J'ajoute que, si les premiers sont parfois accompagnés d'averses qui ravagent plus ou moins les pentes de la montagne, averses qui dans les pays froids se transformeraient en neige, on n'a jamais fait mention de grêle, et je n'hésite pas à prédire qu'on n'en observera jamais, car la grêle est le produit de vastes mouvements gyratoires qu'on ne retrouve pas dans les nuages des volcans.

Bien que les orages immobiles du Vésuve n'aient, sauf le premier aspect, presque aucun point de ressemblance avec les orages solaires marchant à grande vitesse, versant sur des espaces énormes la pluie, la grêle et les foudres, et parfois ravageant le sol par leurs gyrations furieuses, il n'en est pas moins vrai que les premiers sont des phénomènes météorologiques intéressants à étudier. On peut compter pour cela sur l'Observatoire du Vésuve, établissement unique au monde et bien digne d'obtenir les larges subventions dont la Science a besoin à notre époque. Tout en admirant le remarquable ensemble d'appareils séismiques, magnétiques et électriques enregistreurs de M. Palmieri, je me suis demandé s'il n'y aurait pas quelque intérêt à étudier directement les traces d'électricité dans les vapeurs qui s'échappent actuellement de la bouche même du Vésuve. Sans doute il faudrait pour cela aller poser des appareils spéciaux à 2^{km} de l'Observatoire, sur le bord du cratère, en s'exposant à les voir briser par quelque scorie retombant de ce côté; mais je me dis qu'à force de persévérance et de courage M. Palmieri et surtout notre regretté confrère M. Ch. Sainte-Claire Deville ont bien réussi à y puiser directement des gaz pour en faire l'analyse chimique. Pourquoi, à leur exemple, n'y puiserait-on pas de l'électricité ?

Toutes les entreprises scientifiques sont d'ailleurs rendues bien plus faciles qu'autrefois par l'établissement d'un chemin de fer funiculaire qui conduit chaque jour de nombreux visi-

teurs tout en haut du grand cône, presque au pied du dernier cratère, aujourd'hui comblé, où je me suis promené sur les laves fumantes et grinçantes. J'aurais voulu me faire hisser jusqu'au bord du petit cône d'éruption actuel; mais mes guides et moi nous avons été chassés subitement par une saute de vent qui nous a enveloppés dans des bouffées de vapeurs acides. Il a fallu en dégringoler bien vite en toussant à qui mieux mieux. D'autres plus habiles y pourraient aller et, en choisissant bien leur emplacement, expérimenter à loisir avec une longue gaule et un électromètre portatif.

Quoi qu'il en soit d'une suggestion que je hasarde après coup, j'ai trouvé qu'il n'y a rien de plus instructif, pour un observateur disposant de quelques semaines de loisir, qu'une ascension au Vésuve et une visite détaillée aux Champs Phlégréens.

Je ne parle pas du géologue, qui se trouve là dans son élément, mais du géodésien, qui verra combien l'écorce terrestre peut garder de mobilité en certaines régions, du météorologiste, qui suivra le jeu de forces complètement étrangères au grand moteur habituel de notre atmosphère, de l'astronome lui-même, qui, après avoir contemplé une bonne fois ces éruptions, ne sera plus tenté d'y chercher des analogies avec les taches du Soleil ou les cirques de la Lune.

Pour moi, l'impression qui me reste de ces horreurs de la nature au milieu du pays le plus splendide qu'on puisse rêver est profonde et ineffaçable.

LE PONT DE SYZRAN, SUR LA VOLGA [1]; par M. **L. Baclé**.

La Volga, *Matouchka* (Mère des fleuves), comme l'appellent les Russes, est restée pendant longtemps la grande route commerciale de l'est de la Russie. Ce fleuve, de 3715^{km} de longueur, reçoit les eaux d'un bassin dont la superficie est égale à trois fois celle de la France; il est navigable pendant plus de 1200^{km}, et, en aval de Nijni-Novgorod, où il reçoit les eaux de l'Oka et plus loin celles de la Kama, il présente l'aspect d'un véritable bras de mer : sa largeur habituelle dépasse toujours en effet 1500^{m}, et elle atteint souvent 10^{km} à l'époque des grandes crues du printemps. Tous les échanges de cette vaste région se font par l'intermédiaire de la Volga, et ce fleuve transporte actuellement les plus grands bateaux à vapeur du continent européen. Certains de ces steamers sont munis de machines dont la force dépasse 500 chevaux; ils peuvent

---

(1) Comme le nom de ce fleuve est féminin en russe, nous avons cru devoir conserver le même genre en français, suivant en cela l'exemple du savant géographe, M. Élisée Reclus.

emmener jusqu'à deux mille passagers et 500 tonnes de marchandises, en conservant une vitesse de 12 nœuds et demi à la descente et de 6 nœuds à la montée du courant.

Le nombre des bateaux à vapeur qui sillonnent la Volga dépasse sept cents, et, comme ils brûlent tous du bois, la consommation annuelle de ce combustible peut atteindre 8 millions de mètres cubes; le transport du bois jusqu'au fleuve constitue l'une des industries les plus importantes du pays.

Malgré la grande activité que le fleuve présente à chaque instant, on n'y rencontre pas encore de pont en dehors de celui de Twer; la largeur considérable de la Volga et surtout les crues nombreuses qu'elle présente ont empêché jusqu'à présent d'en jeter aucun. Jusqu'à ces dernières années, les chemins de fer s'arrêtaient à Nijni-Novgorod, et les produits qu'ils apportaient étaient alors embarqués sur la Volga pour être conduits à destination.

Actuellement, les Russes entreprennent de prolonger leur réseau de voies ferrées vers l'Orient, afin de se rapprocher de la Sibérie et de former peut-être l'amorce du grand chemin transcontinental asiatique. La voie qu'ils construisent à cet effet doit traverser la Volga et quelques-uns de ses affluents les plus importants, ce qui entraînera la construction d'un grand nombre de viaducs tout à fait curieux et intéressants, en raison des conditions particulières dans lesquelles ils ont pu être construits. On rencontre deux ponts sur la Samara, l'un de 256^{m}, l'autre de 220^{m} de longueur, quatre autres sur la Matsha, le Knol, le Basuluk et le Sekmara.

Le pont sur la Volga est de beaucoup le plus important de tous, car il a plus de 10^{km} de longueur en y comprenant le viaduc adjacent; il est donc à peine plus court que le pont de Tay. La largeur de la rivière en aval de Syzran est seulement de 1500^{m} aux basses eaux d'été; mais la Volga éprouve, comme nous l'avons dit, des crues subites. Au mois de mai, le niveau s'élève rapidement de 16^{m} environ; les eaux se répandent alors sur une largeur de plus de 8^{km} du côté de la rive droite, formée de terrains bas et marécageux. La rive gauche, au contraire, n'est jamais inondée, car elle est bordée de collines crayeuses d'une hauteur moyenne de 100^{m} et dont quelques-unes, comme le Beliy-Kloutsch, à Syrzan, dépassent 300^{m}. C'est pour éviter ces inondations que toutes les villes riveraines se sont fondées sur le côté gauche de la Volga, à l'exception, toutefois, de Samara, à l'embouchure de la rivière du même nom. Cependant, la Volga ne leur pardonne pas davantage, car ses eaux rodent incessamment les falaises de la rive gauche, dont elles enlèvent continuellement les graviers et les sables, qu'elles viennent déposer sur les marais mouvants

de la rive droite. Les villes sont obligées de reculer continuellement devant le déplacement incessant de la rivière, et l'on peut prévoir le jour où, à la suite de ces mouvements, que certains géographes ont voulu rattacher à la rotation de la Terre, la Volga ira porter son lit dans celui de la Sriaya, qui en est encore éloignée aujourd'hui de 3^{km}.

La profondeur de la rivière est de 6^{m} en moyenne pendant les basses eaux et la vitesse du courant est alors de $0^{m},60$ par seconde, tandis qu'elle atteint $2^{m},13$ au printemps, et le débit augmente alors dans des proportions énormes : il dépasse, dans cette saison, 65000^{mc}, soit plus de quatre-vingt-dix fois celui de la Seine.

Dans de pareilles conditions, on était obligé à Syzran, pour jeter une voie ferrée par-dessus la rivière, de prolonger le pont proprement dit par un long viaduc ayant plus de 8^{km} et s'étendant assez loin sur la rive droite pour mettre la voie sûrement à l'abri des inondations. D'autre part, on a construit sur la rive gauche une énorme culée capable de résister aux affouillements du fleuve et de fournir au pont le point d'appui qui lui était indispensable.

Le pont lui-même a 1439^{m} de long; il comprend treize travées ayant 111^{m} chacune; celles-ci sont supportées par des piliers d'une hauteur de 24^{m} au-dessus des basses eaux. Ces derniers sont bâtis en pierres calcaires tirées des carrières voisines de Syzran; ils sont garnis extérieurement de granit de Finlande, pierre qui présentait seule une dureté suffisante pour résister aux chocs des énormes glaçons que charrie la Volga pendant les débâcles. Ils reposent à la base sur des caissons en bois remplis de béton de 24^{m} de longueur, 8^{m} de largeur, et d'un poids de 20 tonnes, enfoncés de 2^{m} environ dans le sol du fleuve.

Pour assurer en place ces énormes caissons, on les construisit sur de larges pontons, et on les amena, en les flottant, à la position qu'ils devaient occuper, puis on les immergea en les chargeant de pierres et en élevant la maçonnerie au-dessus pour former le pilier; les ouvriers descendaient ensuite à l'intérieur du caisson, qu'on remplissait d'air comprimé pour empêcher la rentrée de l'eau, et ils creusaient le lit de la rivière, afin de faciliter l'enfoncement. Pour lancer certains caissons, on n'eut même pas recours aux pontons, et on les bâtit seulement sur la rive droite, en automne, dans une position où ils devaient être inondés pendant la crue du printemps suivant; ils furent alors entraînés par les eaux, et l'on put facilement les diriger à l'endroit où ils devaient être immergés.

Chacune des treize travées du pont de Syzran est formée d'une seule poutre en fer en treillis s'étendant d'un pilier au

suivant et présentant un poids de 506 tonnes. La mise en place d'une pareille masse n'était pas sans présenter d'énormes difficultés; mais l'ingénieur en chef, M. Bérésin, parvint à en triompher heureusement, et il réussit à éviter la construction d'un échafaudage dans le lit de la rivière en ayant recours à un procédé analogue à celui qui avait déjà été employé pour la mise en place du pont de Britannia et de celui de Rotterdam. Il construisit sur la rive droite un énorme échafaudage de 24^m de haut sur lequel les treize poutres furent rivées et entièrement terminées; puis on les amena, au moyen d'un second échafaudage flottant, monté sur un radeau, à la position qu'elles devaient occuper sur les piliers.

L'échafaudage fixe comprend deux ailes en saillie, formant une sorte d'échancrure de 62^m de long sur 79^m de large, dans lequel on venait placer l'échafaudage mobile qui devait recevoir la poutre.

Cette opération, qui présentait des difficultés exceptionnelles, en raison de la hauteur des échafaudages et du poids de la poutre à manœuvrer, fut exécutée de la manière suivante. La poutre, posée sur la partie pleine, était supportée par cinquante-deux chariots disposés au nombre de deux sous chacun des vingt-six tirants verticaux qu'elle renfermait. Ces chariots roulaient sur vingt-six voies ferrées parallèles entre elles, et ils permettaient ainsi d'amener la poutre jusqu'au bord de l'échancrure. A partir de là, il fallait enlever les chariots du milieu pour avancer plus loin; il restait seulement aux deux extrémités, soutenus par les deux ailes, quatre tirants verticaux sous lesquels on venait placer une partie des chariots devenus inutiles. La poutre était mise en mouvement au moyen de huit treuils, dont quatre placés aux extrémités des ailes et manœuvrés chacun par quatre hommes.

Lorsque la poutre, ainsi entraînée, était arrivée au milieu de l'espace vide, on amenait le radeau qui devait la recevoir et l'emmener. Celui-ci était supporté par sept canots de 46^m de long sur 9^m de large. Au-dessus était disposé l'échafaudage proprement dit, qui s'élevait également à 24^m au-dessus du niveau de l'eau, afin d'atteindre la hauteur de l'échafaudage fixe. Chacune des barques était munie de deux pompes rotatives qui pouvaient être actionnées par une machine à vapeur, au moyen d'un câble métallique. Avant d'introduire le radeau dans le retrait ménagé à l'intérieur de l'échafaudage fixe, on introduisait de l'eau dans les barques, afin d'abaisser le niveau du plancher supérieur; puis, lorsque le radeau était arrivé en place, on pompait l'eau : l'échafaudage, en se relevant, soulevait avec lui la poutre, qui cessait de reposer sur les chariots des ailes.

Le radeau était alors emmené par trois bateaux remorqueurs,

et, comme la poutre débordait à chaque extrémité de 17^m environ, elle était soutenue aux deux bouts par des jambes de force pour l'empêcher de se courber. Quand elle était arrivée exactement au-dessus de la position qu'elle devait occuper pour former le pont, on introduisait de l'eau dans les barques, et la poutre, en s'abaissant lentement, venait reposer sur les piliers, où on la fixait définitivement. Une pareille opération n'exigeait pas moins de douze heures pour chacune des poutres, en raison du soin et de l'attention qu'exigeait la manœuvre de ces lourdes masses. (*La Nature.*)

La lumière propre de Jupiter. Note de M. **L. Niesten**, publiée dans le journal *Ciel et Terre.*

Cette belle planète, qui, à cette époque, illumine nos nuits de son vif éclat, ne brille-t-elle que par la lumière qu'elle emprunte comme toutes les autres planètes au Soleil, ou bien possède-t-elle une certaine quantité de lumière propre? Telle est la question que depuis quelques années les observations photométriques ont mise en discussion. Certains faits dévoilés par la photographie spectrale ont conduit M. Draper, dans un Mémoire présenté à la Société astronomique de Londres le 14 mai 1880, à conclure que Jupiter devait se trouver dans un état d'incandescence encore assez marqué pour pouvoir émettre de la lumière, mais que cette émission se faisait seulement d'une façon périodique et éruptive.

On sait que le spectre des planètes est dans son ensemble identique à celui du Soleil, preuve nouvelle que c'est par la lumière réfléchie, reçue de l'astre central, que brillent les planètes. Si cependant la lumière de Jupiter provenait en grande partie d'une incandescence propre, son spectre différerait évidemment de celui du Soleil, à moins qu'on n'admette, hypothèse peu probable, que les deux corps possèdent les mêmes éléments dans les mêmes proportions et dans les mêmes conditions physiques.

M. Draper a pris un grand nombre de photographies du spectre de Jupiter; toutes, en majeure partie, par leur ressemblance presque identique avec celui du Soleil, prouvent que la lumière qu'envoie Jupiter à la Terre a sa source dans le Soleil. Le 27 septembre 1879, le spectre photographié de Jupiter, comparé à celui de la Lune, présente cependant des différences caractéristiques. Le fond du spectre de la Lune est uniforme sur toute sa largeur et dans n'importe quelle partie; celui de Jupiter, au contraire, est moins brillant au milieu de la largeur du spectre, dans la région au-dessus de la raie *h*, et plus éclatant au milieu de la région au-dessous de cette même raie, principalement vers la raie F.

Le spectre de Jupiter provenait d'une image de la planète projetée sur la fente du spectroscope à l'aide d'un télescope de 183 pouces de longueur focale, la fente étant amenée approximativement dans la direction de l'axe polaire de la planète. D'après cette disposition, le spectroscope ne recevait pas la lumière du disque entier, mais analysait seulement une bande du disque perpendiculaire à l'équateur. Si des phénomènes d'absorption ou d'émission de lumière avaient lieu dans cette région de Jupiter, ils devaient s'accuser par une différence dans l'intensité du spectre photographié. C'est ce que montre le négatif obtenu par M. Draper. Deux faits ressortent de l'examen de cette photographie : le premier, une absorption de la lumière solaire dans la région équatoriale de la planète, et le second, une émission de la lumière propre dans cette même zone. Ces deux faits paraissent d'abord contradictoires, mais on peut les concilier en supposant que la température des substances incandescentes et émettant de la lumière dans la région équatoriale de Jupiter n'était pas suffisante pour l'émission des rayons les plus réfrangibles, et que, dans cette même zone, devaient exister des matières absorbant les rayons identiques, mais originaires du Soleil. Il n'y aurait rien d'étrange si le spectre photographié présentait le phénomène d'absorption seulement dans la partie du spectre au-dessus de *h*, car on pourrait aisément en trouver l'explication dans la coloration des bandes équatoriales; mais ce qui est surtout remarquable, c'est l'éclat du spectre entre les raies *h* et F, dans la partie qui correspond à ces mêmes bandes; il ne s'explique que par l'état incandescent dans lequel la planète doit se trouver.

M. Draper pense qu'à l'heure actuelle Jupiter est le siège d'éruptions de gaz incandescents, de vapeurs de différentes natures et de différentes couleurs, et que la tache rouge de Jupiter aurait peut-être pu contribuer à la production du phénomène observé.

Quant à la tache rouge, nous ferons remarquer qu'à l'heure où M. Draper a pris la photographie du spectre de Jupiter ($9^h 55^m$ à $10^h 45^m$, temps moyen de New-York) c'était l'hémisphère opposé à celui portant la grande tache rouge qui se montrait à l'observateur. On ne peut donc attribuer à cette dernière un effet quelconque dans le phénomène observé par M. Draper. Nous ajouterons cependant qu'à cette époque aussi (août-septembre 1879) Jupiter, d'après les dessins que nous en avons pris à l'Observatoire de Bruxelles, présentait dans la zone équatoriale des nuages blancs arrondis et d'*un éclat exceptionnel,* et, précisément à l'heure où M. Draper a pris sa photographie, devait se trouver, dans cette même région et près du méridien central, une tache ovale et blanche,

d'une luminosité si marquée, qu'elle a attiré tout particulièrement notre attention pendant toute la durée de l'opposition de Jupiter en 1879.

Rectification des alcools par l'action combinée du vide et du froid. Note communiquée à la Société helvétique des Sciences naturelles par M. **Raoul Pictet.**

Un des caractères particuliers des liquides consiste dans leur pouvoir de *dissolution*. Les solides, les liquides et les gaz peuvent, suivant leur nature, se dissoudre dans les liquides; ces phénomènes établissent un *modus* particulier de l'attraction universelle; c'est un intermédiaire entre la *cohésion* et l'*affinité*. M. Pictet s'est demandé si deux corps, comme l'eau et l'alcool, qui jouissent à un haut degré de ces propriétés dissolvantes à l'état liquide, sont sans action analogue l'un sur l'autre à l'état de vapeur, en d'autres termes si l'*état liquide* est doué de propriétés électives spéciales par opposition à l'état gazeux, qui les perd en partie ou en totalité.

Pour répondre à cette question, M. Pictet a construit une série d'appareils en verre composés chacun de deux ballons reliés entre eux par un tube d'une certaine longueur et ayant $0^m,02$ à $0^m,03$ de diamètre intérieur. Chaque ballon était de la contenance de 1^{lit} à 2^{lit} environ.

Il faisait une série de solutions d'eau et d'alcool exactement titrées depuis 10 pour 100 jusqu'à 90 pour 100 d'alcool. En introduisant ces solutions dans un des ballons, puis faisant le vide dans l'appareil au moyen d'une pompe, il remplissait tout l'espace de vapeurs sortant de ce mélange liquide. En fermant au chalumeau la pointe effilée du second ballon, l'appareil permettait d'opérer des distillations avec les moindres différences de température. Plongeant successivement le ballon contenant la solution liquide dans de l'eau dont la température variait entre 0° et 80° et immergeant l'autre ballon dans de l'eau dont la température n'était que de 1° ou d'une fraction de degré au-dessous de celle du liquide, il obtenait des produits condensés dont la qualité permettait de connaître l'*affinité de dissolution* qui aurait pu exister entre l'eau et l'alcool à l'état gazeux.

Répétant ces mêmes expériences en faisant varier successivement la *qualité du liquide introduit* et l'*écart de température* entre le liquide et le réservoir de condensation, M. Pictet est arrivé aux conclusions suivantes :

Le poids du liquide condensé est proportionnel, dans l'unité de temps, à l'*écart de température* entre le liquide en ébullition et le liquide condensé.

Le poids du liquide condensé dans l'unité de temps *est*

indépendant de la pression intérieure ou de la température moyenne pendant la distillation.

L'analyse des produits distillés, en tenant compte de la densité des vapeurs émises, montre que les gaz *n'ont aucun pouvoir de dissolution* les uns sur les autres.

Ces résultats ont conduit directement M. Pictet à un procédé industriel destiné à la rectification des alcools.

Si dans une chaudière on introduit des flegmes commerciaux à 40 ou 50 pour 100 d'alcool, on n'a qu'à mettre cette chaudière en communication avec le réfrigérant d'une machine frigorifique, mue par la vapeur ou par un courant d'eau, pour obtenir la distillation spontanée de l'alcool, si l'on fait au préalable le vide dans l'appareil. De plus, sous l'action de l'évaporation de l'alcool, la température des flegmes s'abaissera rapidement au-dessous de la température ambiante; on pourra donc alimenter l'ébullition par la chaleur cédée par de l'eau à la température ordinaire. Ainsi, en dépensant de la force motrice pour maintenir le fonctionnement de la machine frigorifique, on peut se dispenser de brûler du charbon pour rectifier les flegmes, et une circulation d'eau ordinaire dans le serpentin suffit largement. Ajoutons qu'à ces basses températures l'alcool émet des vapeurs dont la tension est de beaucoup supérieure à celle de l'eau et de tous les produits empyreumatiques contenus dans les flegmes, de sorte que la rectification est facilitée. Les produits obtenus ont *bon goût* et sont de première qualité.

Théorie du magnétomètre bifilaire.

M. Wild, directeur de l'Observatoire météorologique de Pawlosk, est un digne successeur de l'illustre Kuppfer, qui doit être considéré comme un des fondateurs de la haute Météorologie scientifique. L'article suivant, publié dans le dernier numéro des *Annales de Wiedemann* et traduit avec la plus grande exactitude par le journal *l'Électricité,* fera juger du soin avec lequel M. Wild traite les questions les plus abstraites et les plus difficiles à résoudre.

Dans le cours de l'année 1837, Gauss a fait cadeau aux physiciens observateurs d'un nouvel instrument pour l'observation immédiate des changements d'intensité de la composante horizontale du magnétisme terrestre, et plus tard il donna aussi une théorie complète de cet instrument.

Dans cette théorie, Gauss a négligé un des facteurs, la torsion des fils de suspension, comme petit, et, probablement aussi parce qu'il le considérait comme très petit, il n'a pas considéré un second facteur, à savoir l'induction du magnétisme de la Terre sur le magnétisme du barreau suspendu.

A la suite d'une observation attentive des constantes du magnétomètre bifilaire de l'Observatoire central de Physique, qui sont comparées régulièrement chaque mois avec les résultats de la mesure absolue de la composante horizontale du magnétisme terrestre, je suis arrivé depuis un grand nombre d'années à la conclusion que la torsion des fils de suspension, notamment lorsqu'ils sont métalliques, n'est pas du tout un facteur négligeable, mais que dans certaines circonstances ils pouvaient atteindre et même dépasser 5 pour 100 du mouvement produit par la pesanteur. En conséquence, je pensai alors que les relations que la théorie de Gauss avait données pour ce qu'il appelle les angles de torsion et pour les oscillations du magnétomètre bifilaire dans la position normale, inverse et transversale, ne sont point d'accord avec ses observations, à cause de l'imperfection de l'instrument, et particulièrement en considérant les perturbations auxquelles les mesures magnétiques étaient exposées à Saint-Pétersbourg, je ne me hasardai point à porter un jugement plus complet. Mais je commençai à incliner vers l'opinion qu'à cause de différentes circonstances le magnétomètre bifilaire n'était point un instrument très sûr, et qu'une expérience semblable à la mienne avait pu conduire Lamont à le remplacer, pour les déterminations des variations de l'intensité horizontale, par un instrument certainement moins parfait au point de vue théorique, le magnétomètre unifilaire avec des *déflecteurs*.

Les instruments plus parfaits que j'eus à ma disposition et les précautions prises dans l'Observatoire de Pawlosk, ainsi que la disparition de toutes les perturbations qui en furent la conséquence, me permirent d'abord de reconnaître d'une façon sûre que les mesures prises avec le magnétomètre bifilaire s'écartaient de la théorie de Gauss, bien au delà des limites possibles des erreurs d'observation. Un examen plus profond a dû me conduire à la conclusion que la cause de cet écart devait être cherchée dans la torsion négligée ainsi que dans l'induction du magnétisme terrestre sur l'aimant. En conséquence, j'ai de nouveau développé la théorie du magnétomètre bifilaire en tenant compte de ces deux facteurs, et ce sont ces résultats, que je ne crois pas dépourvus d'intérêt, que j'ai comparés rapidement avec l'expérience et que j'ai présentés à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, dans sa séance du 15/27 janvier 1880, ainsi que plusieurs conséquences de cette théorie, en attendant la rédaction d'un travail plus étendu.

L'influence de la torsion des fils de suspension du bifilaire peut être déduite soit théoriquement des dimensions de cet appareil et du coefficient d'élasticité de sa substance, soit empiriquement à l'aide d'observations qui peuvent être faites

sur le bifilaire lui-même, sans lui faire subir aucune modification essentielle. En employant un gros bifilaire, j'ai obtenu un accord très satisfaisant entre les résultats de la théorie et de l'expérience. Avec ce bifilaire, en donnant aux fils de cuivre une longueur de 4^m, le moment de torsion était en nombre rond 1 pour 100 du moment de rotation qu'imprimait la pesanteur. Mais au contraire, dans le magnétomètre bifilaire du magnétographe de Saint-Pétersbourg, dans lequel les fils de suspension étaient en acier et où la longueur n'était que de $0^m,3$ ($\frac{1}{13}$ des précédents), le moment de torsion atteignait 7 pour 100 du moment d'inertie. Au contraire, un bifilaire employé à Pawlosk avec des fils de cocon de $1^m,2$ de longueur avait un moment de torsion qui n'était plus que $\frac{3}{10}$ de celui de la pesanteur. Le moment de torsion du bifilaire devient d'autant plus petit en comparaison du moment d'inertie que le coefficient d'élasticité de la substance des fils est moindre, que sa densité est moins élevée, que le poids suspendu est plus considérable ainsi que l'éloignement des fils. Mais, comme la grosseur du poids suspendu dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de la solidité des fils, de la faiblesse de leur coefficient d'élasticité, c'est que l'écartement des fils, si l'on veut conserver la même sensibilité, ne peut augmenter qu'avec le carré de leur longueur : c'est cette dernière qualité qu'il faut rendre plus grande. Comme on veut également parvenir à diminuer les perturbations qui tiennent aux changements que produit le temps sur le moment de torsion et qui tiennent par exemple à l'élasticité des fils, et qu'il est important de diminuer autant que possible le rapport de ce moment au moment d'inertie, il faut choisir, pour suspendre le barreau, une substance dont le coefficient de solidité soit très considérable par rapport au coefficient d'élasticité, et le prendre aussi long que possible.

Un fil de cocon est ce qui convient le mieux à cette première condition. Ainsi, pour tous les magnétomètres bifilaires de l'Observatoire de Pawlosk, on a employé des fils de cocon à la place des fils métalliques, et on conserve les appareils dans des cages où l'air est desséché par l'acide sulfurique, afin de se débarrasser d'autres causes d'erreur qui tiendraient aux propriétés hygroscopiques de la soie.

Dans la pratique, l'allongement des fils de suspension est limité par la hauteur donnée au local où se font les observations et parce qu'on est obligé de lire le cercle de torsion qui se trouve placé à la partie supérieure. On ne pourrait raisonnablement conseiller de percer le toit des salles d'observation, afin de porter à un étage supérieur la suspension des fils, à cause des différences de température dont on ne pourrait se débarrasser et qui produiraient nécessairement des courants d'air.

En résumé, il n'est pas vraisemblable que le moment de torsion tombe au-dessous de $\frac{3}{10}$ du moment d'inertie, de telle sorte que, même en employant des fils de cocon, on ne doit pas, à beaucoup près, considérer cet élément comme devant être négligé dans les recherches exactes.

APPLICATION DU PHOTOPHONE A L'ÉTUDE DES BRUITS QUI ONT LIEU A LA SURFACE SOLAIRE. Note présentée à l'Académie des Sciences par M. Janssen, au nom de M. **Alex. Graham Bell.**

En visitant l'Observatoire de Meudon, où il avait été invité par M. Janssen, M. Graham Bell a examiné avec beaucoup de soin les grandes photographies qu'on y fait pour l'étude de la surface solaire. M. Janssen lui ayant fait connaître qu'il constatait des mouvements d'une rapidité prodigieuse dans la matière photosphérique, M. Bell eut alors l'idée d'employer le photophone à la reproduction des bruits qui doivent nécessairement se produire à la surface de l'astre en raison de ces mouvements. M. Janssen trouva l'idée très belle et engagea M. Bell à en tenter la réalisation à Meudon même, mettant tous les instruments de l'Observatoire à sa disposition.

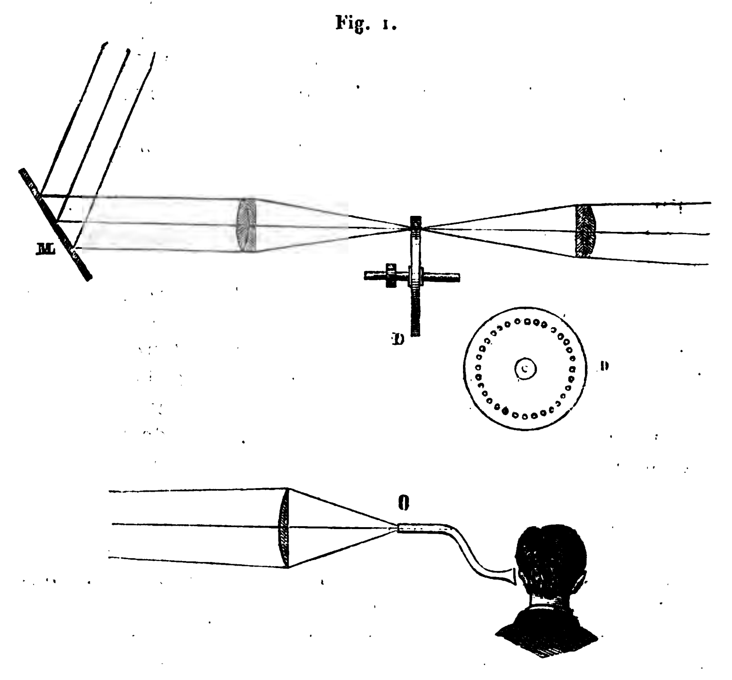
Le temps s'étant montré très beau samedi dernier, M. Bell vint à Meudon en vue de cette expérience. Une grande image solaire de $0^m,65$ de diamètre fut explorée avec le cylindre au sélénium. Les phénomènes n'ont pas paru assez marqués pour pouvoir affirmer le succès; mais M. Bell ne désespère pas de réussir par de nouvelles études.

En discutant les conditions qui seraient propres à assurer le succès, M. Janssen a émis l'idée qu'on augmenterait singulièrement les chances de réussite si, au lieu d'interroger directement l'image solaire, où les variations qui se produisent, quoique répondant à des changements considérables à la surface du Soleil, ne sont pas assez rapides dans nos instruments, même les plus puissants, pour déterminer dans l'appareil photophonique la production de bruits perceptibles, on faisait passer avec une rapidité convenable, devant un objectif qui donnerait les images conjuguées sur l'appareil à sélénium, ou tout autre, une série de photographies solaires d'une même tache, par exemple, prises à des intervalles suffisamment grands pour obtenir des variations très notables dans la constitution de la tache. Ce serait en quelque sorte le moyen de condenser en un temps aussi court qu'on voudrait des variations qui, dans les images solaires, sont beaucoup trop lentes pour donner naissance à un bruit par l'action de la *pile photophonique*.

M. Janssen s'est mis à la disposition de M. Bell pour lui donner les photographies solaires convenables à la réalisation

tille, qui les rend de nouveau parallèles, afin de leur permettre d'atteindre avec le moins de perte possible le poste récepteur. Dans ce dernier, une nouvelle lentille les force à converger au point O, où doit s'exercer leur influence.

Fig. 1.



Si l'on place en O une feuille d'ébonite mince, et qu'on y applique l'oreille, une note musicale sera perçue très distinctement. Recevons la lumière, non plus sur une feuille d'ébonite, mais sur l'orifice ouvert d'un tube quelconque, dont l'autre extrémité sera maintenue contre l'oreille (c'est l'expérience représentée dans la figure), la note ne cessera pas d'être entendue. Fermons l'orifice libre du tube par une surface opaque absolument quelconque qui recevra directement la lumière : même résultat. Enfin, recevons directement dans le conduit auditif le rayon lumineux vibratoire, et nous entendrons toujours la note, dont la hauteur dépend de la vitesse de rotation du disque perforé.

A vrai dire, les sons perçus dans ces expériences ne sont pas d'une très grande intensité, et il est nécessaire, pour les entendre, de se placer dans des conditions de grand silence.

Mais, si au lieu de ces tubes, de ces substances opaques, etc., on emploie du sélénium traversé par le courant d'une pile de 6 éléments Leclanché, et que l'on porte à son oreille un téléphone ordinaire placé dans le circuit, l'intensité devient

relativement considérable, et il n'est plus besoin, pour réussir l'expérience, de se mettre à l'abri des bruits extérieurs. M. Bell a pu de cette façon percevoir des sons musicaux dans un récepteur placé à plus de 2^{km} de l'appareil transmetteur.

Cet appareil transmetteur est certainement très simple, et la figure suffit à elle seule à l'expliquer; mais nous devons décrire l'appareil récepteur, qui a exigé, de la part de M. Bell et de son collaborateur M. Tainter, un travail assidu, avant de se présenter sous une forme satisfaisante.

Quelles sont les conditions que doit remplir le système récepteur?

Elles sont au nombre de deux :

1° Le sélénium doit offrir à la lumière une surface aussi grande que possible.

2° Le sélénium doit être traversé par le courant électrique, de manière à lui offrir une résistance très faible.

Or ces deux conditions sont presque contradictoires, comme il est facile de s'en rendre compte. En effet, si l'on considère un poids donné de sélénium, celui-ci présentera une grande surface à la lumière s'il est façonné en forme de lame excessivement mince; mais alors le courant qui le traverserait dans sa longueur rencontrerait une résistance considérable.

Au contraire, si deux rhéophores de cuivre de même surface que la lame de sélénium la comprimaient entre eux, le courant traverserait le sélénium d'une plaque de cuivre à l'autre, c'est-à-dire sous une épaisseur très faible et, par conséquent, sans rencontrer une résistance sensible; mais, dans ce cas, la surface à impressionner serait réduite à son minimum, puisque les rhéophores cacheraient toute la surface du sélénium et que sa tranche seule serait exposée au jour.

MM. Bell et Tainter sont pourtant parvenus à réaliser simultanément ces deux conditions de la manière suivante.

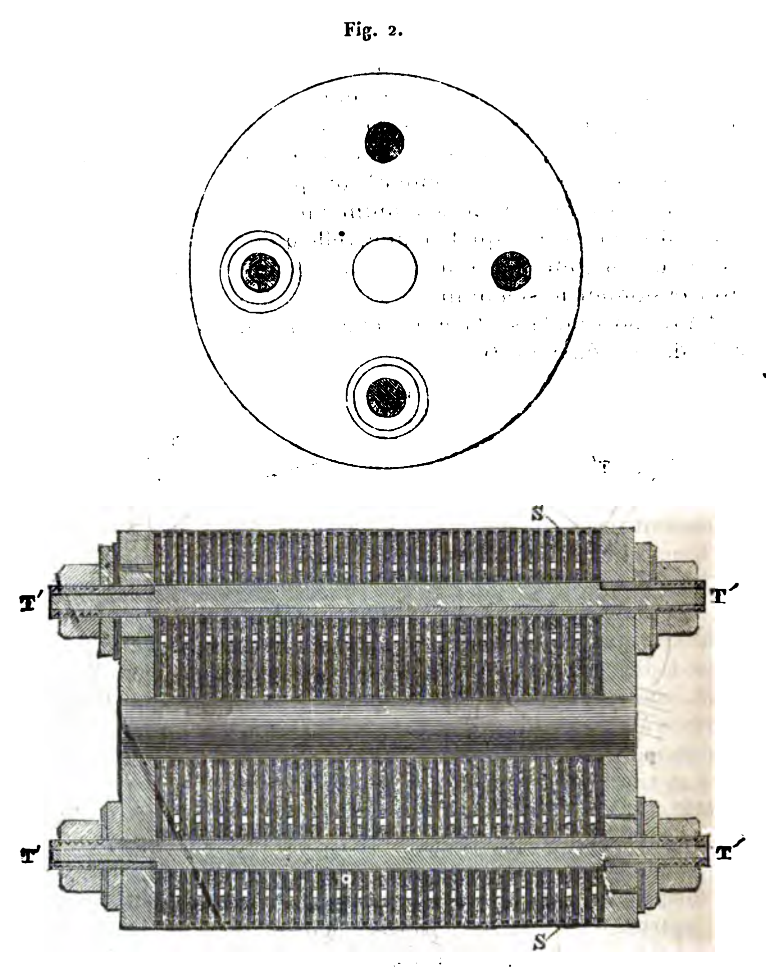
Récepteur cylindrique (*fig.* 2). — Il se compose d'une série de disques annulaires de laiton et de mica serrés les uns contre les autres. Les disques de mica sont d'un diamètre un peu plus faible que ceux de laiton, et la différence est comblée par du sélénium S (représenté en noir sur la *fig.* 2).

Le sélénium se présente donc sous la forme de petits anneaux, très peu épais, en contact direct avec les deux disques de laiton qui les limitent suivant les génératrices du cylindre.

Les disques de laiton pairs sont tous en communication avec l'un des rhéophores TT, et les disques impairs sont en communication avec l'autre rhéophore T'T'. De cette manière, le courant parcourt *en quantité* tous les anneaux de sélénium et ne rencontre par là qu'une résistance extrêmement faible. On voit, en outre, que la surface extérieure du sélénium est

considérable, eu égard à sa masse. Ce sont précisément les conditions qu'il fallait réaliser.

Fig. 2.



Pour fabriquer un semblable système, MM. Bell et Tainter ont imaginé un procédé des plus simples. Une fois les disques préparés comme il a été dit ci-dessus, il suffit de maintenir le cylindre que constitue cette pile de disques de mica et de laiton à la température où le sélénium commence à se fondre. On frotte alors sur sa surface un crayon de ce métalloïde, tel qu'on le trouve dans le commerce, et, par cette opération, le sélénium se loge dans les cavités annulaires provenant de la différence des diamètres du laiton et du mica.

Il suffit ensuite d'élever graduellement la température jusqu'à ce que l'aspect métallique du sélénium disparaisse et

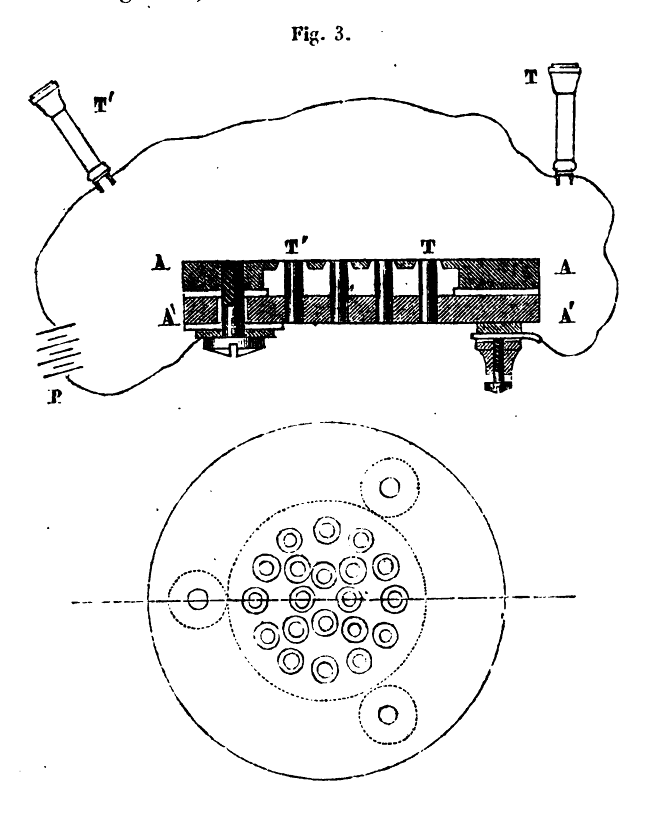
fasse place à une couleur mate d'un gris ardoise. On éteint la lampe aussitôt, on laisse refroidir, et le récepteur est prêt à fonctionner.

La résistance totale est équivalente à 1200 ohms dans l'obscurité et à 600 ohms à la lumière du jour.

La sensibilité d'un pareil récepteur est tellement grande, que, dans les expériences que nous avons faites ces jours derniers [1], nous avons nettement perçu une note musicale (à l'aide du phénakisticope et du téléphone) lorsque la lumière vibratoire éclairait les anneaux de sélénium après s'être réfléchie sur une substance claire quelconque, telle qu'une feuille de papier, un mouchoir, etc. La lumière d'une bougie suffisait encore à impressionner le sélénium.

Le rapport de la surface de sélénium à la surface totale du cylindre est égal à 0,60.

Fig. 3.



Récepteur plan. — Les deux assiettes AA, A'A' de la *fig.* 3 sont en cuivre. L'une d'elles, A'A', est munie de tiges TT qui

---

(1) Nous employions seulement le courant de 6 éléments Leclanché.

viennent se placer respectivement au milieu d'ouvertures circulaires pratiquées dans l'assiette AA. Pour préparer le récepteur, on renverse la surface AA sur une feuille de verre couverte d'une légère couche de sélénium maintenu en fusion. Le sélénium se loge dans tous les espaces compris entre les tiges et les ouvertures circulaires. On est certain alors que, pour passer d'une assiette à l'autre, un courant électrique sera obligé de traverser tous les anneaux de sélénium qui entourent les tiges. On remarquera que le diamètre des ouvertures circulaires s'accroît à partir de la surface. De cette façon, le courant trouve moins de résistance à traverser la couche externe du sélénium que ses couches intérieures. On voit aussi que le courant qui part de l'assiette inférieure s'épanouit dans toutes les tiges et revient à l'assiette supérieure à la fois par toutes ses ouvertures. La résistance qui s'oppose à son passage est donc par cela même très réduite. Cette résistance sera même d'autant plus faible que le nombre de ces systèmes de tiges sera plus considérable. Mais alors la superficie du sélénium sera aussi plus grande. Les deux conditions que nous nous étions posées se trouvent donc être d'accord.

Le rapport de la surface du sélénium à la surface totale du disque est ici égale à 0,11.

La résistance de l'ensemble de cet appareil est de 300 ohms dans l'obscurité et de 150 ohms au jour.

II.

Il nous reste à dire à présent dans quel cas on se sert de l'un ou de l'autre de ces deux récepteurs.

Le récepteur à surface plane s'emploie lorsque la lumière parvient au poste de réception sous la forme d'un faisceau rigoureusement cylindrique. Alors le diamètre du disque sensible doit être égal au diamètre du faisceau. Mais il est fort difficile d'arriver à obtenir un faisceau de rayons lumineux bien parallèles aussitôt qu'il s'agit de franchir une distance un peu considérable; aussi cet appareil ne pourrait-il servir au delà de quelques centaines de mètres.

Le récepteur à surface cylindrique est celui qui convient le mieux lorsqu'on a affaire à un faisceau légèrement dispersé, ce qui est le cas qui se présente le plus ordinairement. Ce récepteur peut se loger en effet au foyer d'un réflecteur parabolique de grand diamètre, ainsi que le montre la *fig.* 4. Ce réflecteur rassemble une grande partie des rayons épars dans toutes les directions et les ramène sur la surface du cylindre sensible.

C'est, en somme, cette dernière disposition qui a paru donner jusqu'ici les meilleurs résultats.

La *fig.* 4 présente aussi la forme de transmetteur la plus usitée, non plus seulement pour envoyer au loin des sons musicaux, mais pour correspondre au moyen de la parole. Le tube à l'embouchure duquel on parle est obturé à son extrémité inférieure

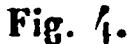


Fig. 4.

par une feuille de verre faisant l'office de miroir M et de moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur (1). Sous l'influence de la parole, c'est-à-dire des vibrations correspondantes de l'air du tube, ce miroir mince se bombe ou se creuse, devient convexe ou concave, et, si un rayon de lumière parallèle provenant d'une source extérieure se réfléchit en H et vient le rencontrer obliquement, celui-ci s'épanouira ou se concentrera (2). L'in-

(1) M. Bell s'est servi également de miroirs métalliques, qui sont plus aisés à fabriquer sous des épaisseurs aussi faibles.

(2) Une cuve d'alun C est interposée entre l'héliostat et le miroir récepteur, afin d'empêcher ce dernier d'être détérioré par les rayons calorifiques qui accompagnent toujours les rayons lumineux.

tensité lumineuse qu'il projettera à distance, sur une surface donnée, changera à chaque instant. Le récepteur de sélénium subira donc des variations incessantes dans sa résistance, variations correspondant à celles de la pression de l'air dans le tube transmetteur : ce qui revient à dire que la parole sera transmise.

M. Bell remarque même que ce genre de transmetteur doit théoriquement être d'autant plus parfait que la distance entre les deux postes en correspondance est plus grande. Cela résulte, en effet, de ce que la divergence et la convergence des rayons s'exagèrent au fur et à mesure que la distance augmente.

Mais ce dispositif a l'inconvénient d'absorber, en pure perte, beaucoup de lumière, par le seul fait de la réflexion des rayons sur le miroir. Aussi M. Bell croit-il préférable d'employer une lentille formée de deux cercles de verre assez minces pour être flexibles, et dont l'intervalle serait occupé par un liquide transparent. L'avantage théorique du transmetteur à miroir se retrouverait dans celui-ci : nous voulons dire qu'il devrait produire des effets d'autant plus accentués sur un récepteur de sélénium qu'il agirait de plus loin sur lui.

III.

Dans le cours de ses recherches, M. Bell a été amené à découvrir, comme en passant, bien des faits dont on n'avait pas la plus petite notion avant lui. Nous en avons énuméré un certain nombre dans le premier article que nous avons consacré au photophone; mais nous devons revenir sur quelques-uns d'entre eux, notamment sur ceux dont M. Bell vient de nous rendre témoin.

On se rappelle que M. Bell avait vérifié qu'une foule de substances recevant directement de la lumière vibratoire rendaient un son, et il avait cité comme seules exceptions le charbon et le verre mince. Aujourd'hui, ces derniers corps, essayés avec plus de soin, n'ont pas été différents des autres; il est donc très probable que M. Bell a découvert là une propriété absolument générale et dont les conséquences peuvent être considérables au point de vue de la constitution de la matière (¹).

En réalité, M. Bell n'a pas réussi à faire *parler* toutes les substances, mais seulement à les faire *chanter*; autrement dit, les sons se trouvent reproduits indépendamment de leur

(¹) M. Bell a démontré que c'était bien la lumière, et non la chaleur, qui agissait ici, en vérifiant qu'une cuve d'alun placée sur le trajet des rayons n'empêchait pas le phénomène sonore de se produire, tandis qu'une dissolution d'iode supprimait toute espèce de sons.

timbre; mais il ne serait pas possible d'affirmer que l'articulation ne pourra jamais s'obtenir dans ces conditions. C'est une nouvelle voie à explorer, et nous serions bien surpris si elle ne tenait pas les promesses qu'elle semble offrir aux chercheurs.

Le sélénium présentant de grandes analogies avec le soufre et le tellure, il était naturel de chercher si ces deux corps jouissaient aussi de la faculté d'être sensibles à l'action de la lumière et si leur résistance électrique subissait des modifications correspondantes. Pour le tellure, la question fut tranchée immédiatement, puisqu'on savait qu'il était, dans toutes les c constances, bon conducteur de l'électricité.

Mais le soufre est généralement connu comme isolant. G. Knox avait bien annoncé, en 1839, que le phosphore, le soufre et l'iode conduisent l'électricité lorsqu'ils sont rendus fluides à l'aide de la chaleur; mais Faraday avait discrédité cette affirmation une année après, en ce qui concerne le soufre et le phosphore, si bien que personne ne se préoccupa plus de ce qu'avait dit Knox.

M. Bell, dans ses patientes et longues recherches sur la meilleure forme allotropique à donner au sélénium, eut l'idée de reprendre l'expérience de Knox. Il parvint à donner au soufre une forme telle, qu'il le trouva, même à l'état solide, sensible à l'influence de la lumière. Il ne se laissa pas distraire de la vraie direction qu'il s'était imposée pour parvenir à réaliser son merveilleux photophone, et il s'est réservé de revenir plus tard à une étude approfondie du soufre, afin de voir s'il ne pourrait pas être substitué au sélénium dans la photophonie.

Ce même esprit de méthode qui lui avait servi à ne pas sortir du chemin qu'il s'était tracé, quelque résultat qui pût le frapper en route, a empêché aussi M. Bell de faire l'essai de différentes lumières artificielles pour son photophone. A notre grand étonnement, il n'avait pas même tenté d'y appliquer la lumière électrique avant son arrivée à Paris.

A vrai dire, le soleil de Washington, plus brillant que le nôtre en toute saison et surtout au mois d'octobre, suffisait grandement à réaliser toutes les expériences possibles sur la sensibilité du sélénium. Mais à Paris le soleil faisait souvent défaut ces derniers jours, et il nous a fallu, de gré ou de force, employer la lumière de l'arc voltaïque. Les résultats obtenus ont été, comme on pouvait s'y attendre, des plus satisfaisants, et nous espérons d'ici peu, grâce à ce soleil artificiel, rendre le monde scientifique témoin des belles expériences du professeur Graham Bell.

de cette idée; de son côté, M. Bell a eu la gracieuseté de proposer à M. Janssen de lui envoyer les appareils photophoniques qu'il pourrait désirer pour atteindre le même but.

Il a paru à M. Janssen que l'idée de chercher à reproduire sur terre les bruits causés par les grands phénomènes de la surface solaire était trop belle et trop importante pour que son auteur ne s'en assurât pas immédiatement la priorité. C'est dans cette pensée que M. Janssen a engagé M. Bell à cette publication.

Propriétés optiques de la glace des glaciers; par M. **Hagenbach**.

L'observation de la glace de glacier à l'appareil de Norremberg montre que chacun des grains qui la composent forme en lui-même un individu cristallin. Les axes de tous ces différents cristaux, soudés ensemble par regélation, sont très diversement orientés. Ils sont perpendiculaires aux grandes dimensions de l'espace creux lenticulaire résultant, comme M. le professeur Tyndall l'a montré, de la fusion que l'action du Soleil détermine au sein de la glace. Il est évident que c'est sous l'action de la pression que doit s'effectuer l'agglomération en grands cristaux de glace des petits cristaux de neige orientés dans tous les sens et le nouveau groupement moléculaire qui en est la conséquence. Pour l'explication du phénomène, on peut admettre aussi que l'abaissement du point de fusion, résultant de la pression, a une valeur différente suivant que le cristal est comprimé dans la direction de son axe ou perpendiculairement à cet axe, et que, par suite, les cristaux pressés dans la direction de l'axe augmentent aux dépens de ceux qui le sont perpendiculairement à l'axe.

MM. Plon et Cie adressent à l'Association un nouvel Ouvrage de M. Jules Leclercq, l'auteur d'*Un été en Amérique,* travail dont il a été rendu compte dans le *Bulletin hebdomadaire.* Le nouveau Volume de M. Leclercq est intitulé *Voyage aux îles Fortunées; le pic de Ténériffe et les Canaries.* L'auteur mène le lecteur sous le beau ciel des tropiques, dans ces îles Fortunées où les anciens avaient placé les Champs Élysées et le Jardin des Hespérides.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

21 NOVEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 34.

LES APPAREILS PHOTOPHONIQUES DE MM. BELL ET TAINTER.

Note de M. **Antoine Breguet.**

Dans un premier article (1), nous avons rendu compte de la merveilleuse découverte du professeur Graham Bell, d'après sa Communication à l'Association américaine (Congrès de Boston). Le texte de cette Communication, qui nous avait été envoyé d'Amérique, nous semblait manquer de clarté dans quelques-unes de ses parties.

Aujourd'hui que nous avons eu le plaisir de recevoir la visite de M. Bell lui-même et de l'assister dans quelques-unes de ses expériences, ce n'est plus d'intermédiaires que nous tenons nos renseignements, et nous avons constaté par nous-même les résultats annoncés. Nous sommes donc en mesure de donner à nos lecteurs des détails précis et absolument inédits sur toutes les dispositions photophoniques de M. Bell.

I.

Sans insister sur les principes en jeu, qui ont été précédemment développés, nous nous bornerons à décrire les dispositifs pratiques sur lesquels nous avons expérimenté ces jours derniers.

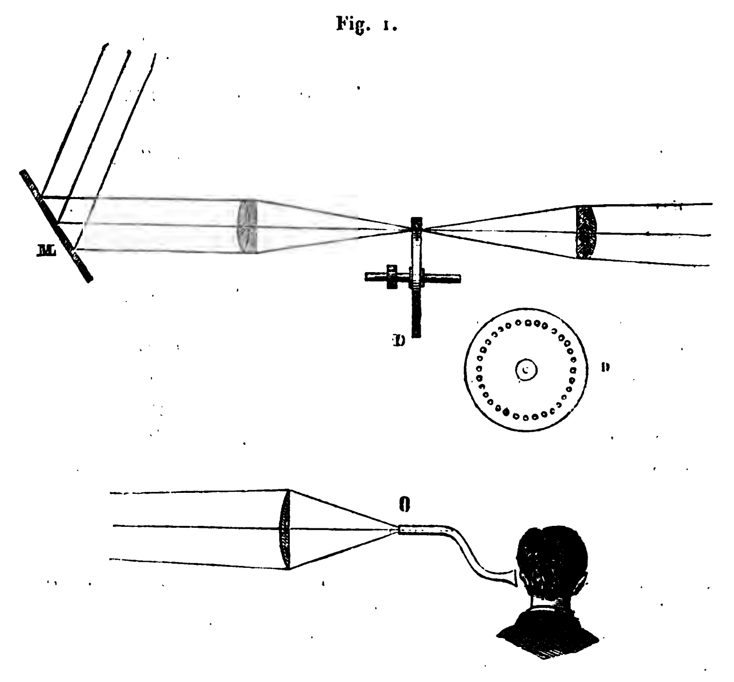
La *fig.* 1 représente l'expérience qui consiste à interrompre un rayon de lumière à l'aide d'un disque de phénakisticope tournant avec rapidité. C'est ce rayon interrompu que nous avons appelé, pour faciliter le langage, un *rayon vibratoire*.

Les rayons parallèles provenant de la source lumineuse, du soleil par exemple, se réfléchissent sur le miroir M (*fig.* 1) et sont concentrés à l'aide d'une lentille en un foyer où se trouve le disque perforé D (représenté en plan au bas de la figure). A leur sortie du disque, ces rayons sont reçus sur une autre len-

(1) *Voir* le *Bulletin hebdomadaire*, n° 28, 10 octobre 1880.

tille, qui les rend de nouveau parallèles, afin de leur permettre d'atteindre avec le moins de perte possible le poste récepteur. Dans ce dernier, une nouvelle lentille les force à converger au point O, où doit s'exercer leur influence.

Fig. 1.



Si l'on place en O une feuille d'ébonite mince, et qu'on y applique l'oreille, une note musicale sera perçue très distinctement. Recevons la lumière, non plus sur une feuille d'ébonite, mais sur l'orifice ouvert d'un tube quelconque, dont l'autre extrémité sera maintenue contre l'oreille (c'est l'expérience représentée dans la figure), la note ne cessera pas d'être entendue. Fermons l'orifice libre du tube par une surface opaque absolument quelconque qui recevra directement la lumière : même résultat. Enfin, recevons directement dans le conduit auditif le rayon lumineux vibratoire, et nous entendrons toujours la note, dont la hauteur dépend de la vitesse de rotation du disque perforé.

A vrai dire, les sons perçus dans ces expériences ne sont pas d'une très grande intensité, et il est nécessaire, pour les entendre, de se placer dans des conditions de grand silence.

Mais, si au lieu de ces tubes, de ces substances opaques, etc., on emploie du sélénium traversé par le courant d'une pile de 6 éléments Leclanché, et que l'on porte à son oreille un téléphone ordinaire placé dans le circuit, l'intensité devient

relativement considérable, et il n'est plus besoin, pour réussir l'expérience, de se mettre à l'abri des bruits extérieurs. M. Bell a pu de cette façon percevoir des sons musicaux dans un récepteur placé à plus de 2^{km} de l'appareil transmetteur.

Cet appareil transmetteur est certainement très simple, et la figure suffit à elle seule à l'expliquer; mais nous devons décrire l'appareil récepteur, qui a exigé, de la part de M. Bell et de son collaborateur M. Tainter, un travail assidu, avant de se présenter sous une forme satisfaisante.

Quelles sont les conditions que doit remplir le système récepteur?

Elles sont au nombre de deux :

1° Le sélénium doit offrir à la lumière une surface aussi grande que possible.

2° Le sélénium doit être traversé par le courant électrique, de manière à lui offrir une résistance très faible.

Or ces deux conditions sont presque contradictoires, comme il est facile de s'en rendre compte. En effet, si l'on considère un poids donné de sélénium, celui-ci présentera une grande surface à la lumière s'il est façonné en forme de lame excessivement mince; mais alors le courant qui le traverserait dans sa longueur rencontrerait une résistance considérable.

Au contraire, si deux rhéophores de cuivre de même surface que la lame de sélénium la comprimaient entre eux, le courant traverserait le sélénium d'une plaque de cuivre à l'autre, c'est-à-dire sous une épaisseur très faible et, par conséquent, sans rencontrer une résistance sensible; mais, dans ce cas, la surface à impressionner serait réduite à son minimum, puisque les rhéophores cacheraient toute la surface du sélénium et que sa tranche seule serait exposée au jour.

MM. Bell et Tainter sont pourtant parvenus à réaliser simultanément ces deux conditions de la manière suivante.

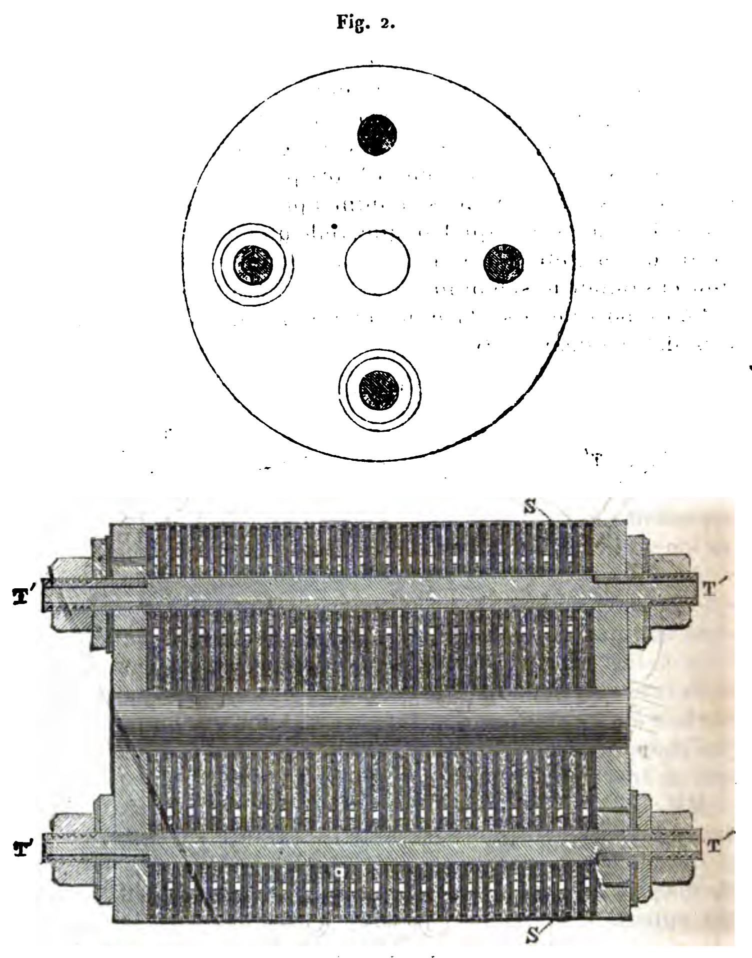
Récepteur cylindrique (*fig.* 2). — Il se compose d'une série de disques annulaires de laiton et de mica serrés les uns contre les autres. Les disques de mica sont d'un diamètre un peu plus faible que ceux de laiton, et la différence est comblée par du sélénium S (représenté en noir sur la *fig.* 2).

Le sélénium se présente donc sous la forme de petits anneaux, très peu épais, en contact direct avec les deux disques de laiton qui les limitent suivant les génératrices du cylindre.

Les disques de laiton pairs sont tous en communication avec l'un des rhéophores TT, et les disques impairs sont en communication avec l'autre rhéophore T'T'. De cette manière, le courant parcourt *en quantité* tous les anneaux de sélénium et ne rencontre par là qu'une résistance extrêmement faible. On voit, en outre, que la surface extérieure du sélénium est

considérable, eu égard à sa masse. Ce sont précisément les conditions qu'il fallait réaliser.

Fig. 2.



Pour fabriquer un semblable système, MM. Bell et Tainter ont imaginé un procédé des plus simples. Une fois les disques préparés comme il a été dit ci-dessus, il suffit de maintenir le cylindre que constitue cette pile de disques de mica et de laiton à la température où le sélénium commence à se fondre. On frotte alors sur sa surface un crayon de ce métalloïde, tel qu'on le trouve dans le commerce, et, par cette opération, le sélénium se loge dans les cavités annulaires provenant de la différence des diamètres du laiton et du mica.

Il suffit ensuite d'élever graduellement la température jusqu'à ce que l'aspect métallique du sélénium disparaisse et

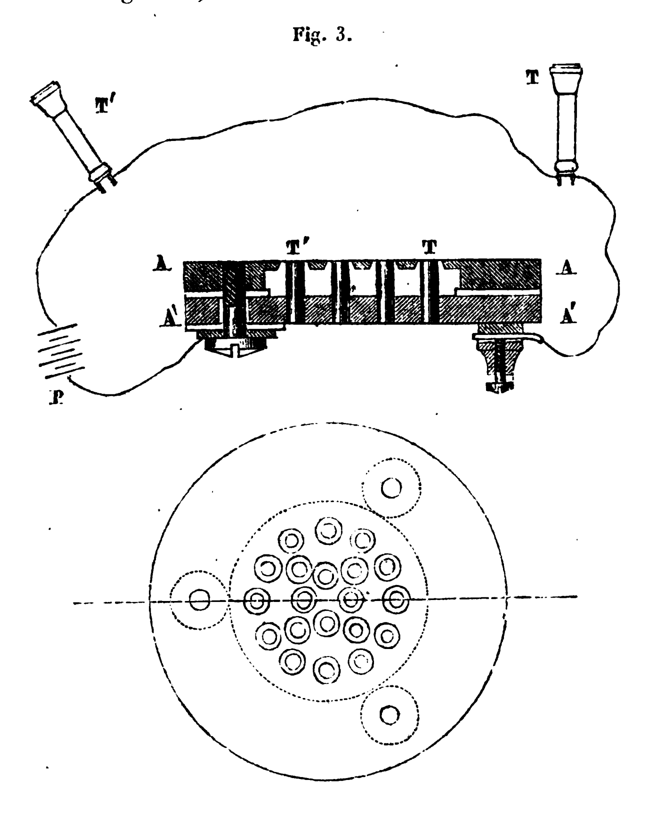
fasse place à une couleur mate d'un gris ardoise. On éteint la lampe aussitôt, on laisse refroidir, et le récepteur est prêt à fonctionner.

La résistance totale est équivalente à 1200 ohms dans l'obscurité et à 600 ohms à la lumière du jour.

La sensibilité d'un pareil récepteur est tellement grande, que, dans les expériences que nous avons faites ces jours derniers [1], nous avons nettement perçu une note musicale (à l'aide du phénakisticope et du téléphone) lorsque la lumière vibratoire éclairait les anneaux de sélénium après s'être réfléchie sur une substance claire quelconque, telle qu'une feuille de papier, un mouchoir, etc. La lumière d'une bougie suffisait encore à impressionner le sélénium.

Le rapport de la surface de sélénium à la surface totale du cylindre est égal à 0,60.

Fig. 3.



Récepteur plan. — Les deux assiettes AA, A'A' de la *fig.* 3 sont en cuivre. L'une d'elles, A'A', est munie de tiges TT qui

(1) Nous employions seulement le courant de 6 éléments Leclanché.

viennent se placer respectivement au milieu d'ouvertures circulaires pratiquées dans l'assiette AA. Pour préparer le récepteur, on renverse la surface AA sur une feuille de verre couverte d'une légère couche de sélénium maintenu en fusion. Le sélénium se loge dans tous les espaces compris entre les tiges et les ouvertures circulaires. On est certain alors que, pour passer d'une assiette à l'autre, un courant électrique sera obligé de traverser tous les anneaux de sélénium qui entourent les tiges. On remarquera que le diamètre des ouvertures circulaires s'accroît à partir de la surface. De cette façon, le courant trouve moins de résistance à traverser la couche externe du sélénium que ses couches intérieures. On voit aussi que le courant qui part de l'assiette inférieure s'épanouit dans toutes les tiges et revient à l'assiette supérieure à la fois par toutes ses ouvertures. La résistance qui s'oppose à son passage est donc par cela même très réduite. Cette résistance sera même d'autant plus faible que le nombre de ces systèmes de tiges sera plus considérable. Mais alors la superficie du sélénium sera aussi plus grande. Les deux conditions que nous nous étions posées se trouvent donc être d'accord.

Le rapport de la surface du sélénium à la surface totale du disque est ici égale à 0,11.

La résistance de l'ensemble de cet appareil est de 300 ohms dans l'obscurité et de 150 ohms au jour.

II.

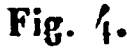
Il nous reste à dire à présent dans quel cas on se sert de l'un ou de l'autre de ces deux récepteurs.

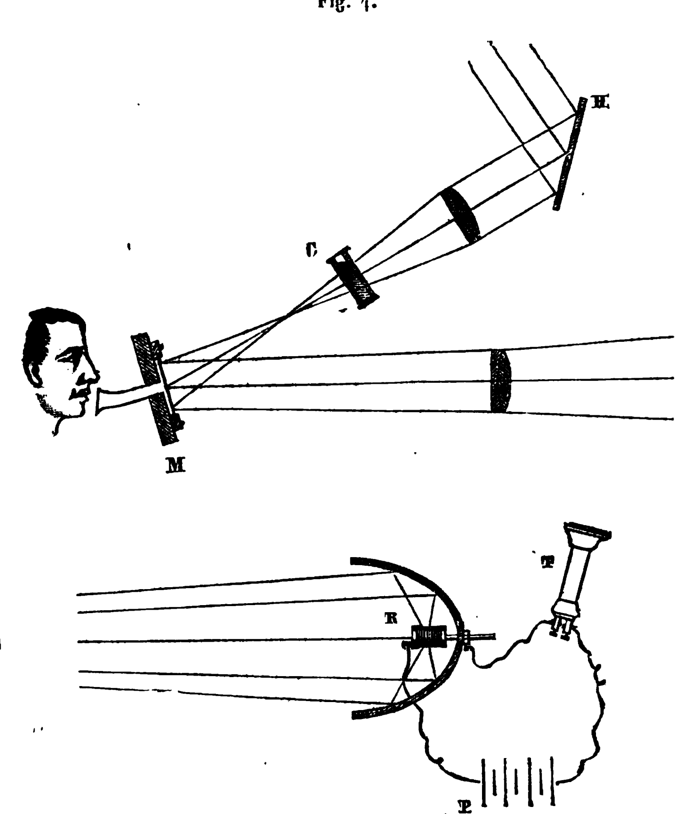
Le récepteur à surface plane s'emploie lorsque la lumière parvient au poste de réception sous la forme d'un faisceau rigoureusement cylindrique. Alors le diamètre du disque sensible doit être égal au diamètre du faisceau. Mais il est fort difficile d'arriver à obtenir un faisceau de rayons lumineux bien parallèles aussitôt qu'il s'agit de franchir une distance un peu considérable; aussi cet appareil ne pourrait-il servir au delà de quelques centaines de mètres.

Le récepteur à surface cylindrique est celui qui convient le mieux lorsqu'on a affaire à un faisceau légèrement dispersé, ce qui est le cas qui se présente le plus ordinairement. Ce récepteur peut se loger en effet au foyer d'un réflecteur parabolique de grand diamètre, ainsi que le montre la *fig.* 4. Ce réflecteur rassemble une grande partie des rayons épars dans toutes les directions et les ramène sur la surface du cylindre sensible.

C'est, en somme, cette dernière disposition qui a paru donner jusqu'ici les meilleurs résultats.

La *fig.* 4 présente aussi la forme de transmetteur la plus usitée, non plus seulement pour envoyer au loin des sons musicaux, mais pour correspondre au moyen de la parole. Le tube à l'embouchure duquel on parle est obturé à son extrémité inférieure


Fig. 4.



par une feuille de verre faisant l'office de miroir M et de moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur ([1]). Sous l'influence de la parole, c'est-à-dire des vibrations correspondantes de l'air du tube, ce miroir mince se bombe ou se creuse, devient convexe ou concave, et, si un rayon de lumière parallèle provenant d'une source extérieure se réfléchit en H et vient le rencontrer obliquement, celui-ci s'épanouira ou se concentrera ([2]). L'in-

([1]) M. Bell s'est servi également de miroirs métalliques, qui sont plus aisés à fabriquer sous des épaisseurs aussi faibles.

([2]) Une cuve d'alun C est interposée entre l'héliostat et le miroir récepteur, afin d'empêcher ce dernier d'être détérioré par les rayons calorifiques qui accompagnent toujours les rayons lumineux.

tensité lumineuse qu'il projettera à distance, sur une surface donnée, changera à chaque instant. Le récepteur de sélénium subira donc des variations incessantes dans sa résistance, variations correspondant à celles de la pression de l'air dans le tube transmetteur : ce qui revient à dire que la parole sera transmise.

M. Bell remarque même que ce genre de transmetteur doit théoriquement être d'autant plus parfait que la distance entre les deux postes en correspondance est plus grande. Cela résulte, en effet, de ce que la divergence et la convergence des rayons s'exagèrent au fur et à mesure que la distance augmente.

Mais ce dispositif a l'inconvénient d'absorber, en pure perte, beaucoup de lumière, par le seul fait de la réflexion des rayons sur le miroir. Aussi M. Bell croit-il préférable d'employer une lentille formée de deux cercles de verre assez minces pour être flexibles, et dont l'intervalle serait occupé par un liquide transparent. L'avantage théorique du transmetteur à miroir se retrouverait dans celui-ci : nous voulons dire qu'il devrait produire des effets d'autant plus accentués sur un récepteur de sélénium qu'il agirait de plus loin sur lui.

III.

Dans le cours de ses recherches, M. Bell a été amené à découvrir, comme en passant, bien des faits dont on n'avait pas la plus petite notion avant lui. Nous en avons énuméré un certain nombre dans le premier article que nous avons consacré au photophone; mais nous devons revenir sur quelques-uns d'entre eux, notamment sur ceux dont M. Bell vient de nous rendre témoin.

On se rappelle que M. Bell avait vérifié qu'une foule de substances recevant directement de la lumière vibratoire rendaient un son, et il avait cité comme seules exceptions le charbon et le verre mince. Aujourd'hui, ces derniers corps, essayés avec plus de soin, n'ont pas été différents des autres; il est donc très probable que M. Bell a découvert là une propriété absolument générale et dont les conséquences peuvent être considérables au point de vue de la constitution de la matière (¹).

En réalité, M. Bell n'a pas réussi à faire *parler* toutes les substances, mais seulement à les faire *chanter*; autrement dit, les sons se trouvent reproduits indépendamment de leur

(¹) M. Bell a démontré que c'était bien la lumière, et non la chaleur, qui agissait ici, en vérifiant qu'une cuve d'alun placée sur le trajet des rayons n'empêchait pas le phénomène sonore de se produire, tandis qu'une dissolution d'iode supprimait toute espèce de sons.

timbre; mais il ne serait pas possible d'affirmer que l'articulation ne pourra jamais s'obtenir dans ces conditions. C'est une nouvelle voie à explorer, et nous serions bien surpris si elle ne tenait pas les promesses qu'elle semble offrir aux chercheurs.

Le sélénium présentant de grandes analogies avec le soufre et le tellure, il était naturel de chercher si ces deux corps jouissaient aussi de la faculté d'être sensibles à l'action de la lumière et si leur résistance électrique subissait des modifications correspondantes. Pour le tellure, la question fut tranchée immédiatement, puisqu'on savait qu'il était, dans toutes les circonstances, bon conducteur de l'électricité.

Mais le soufre est généralement connu comme isolant. G. Knox avait bien annoncé, en 1839, que le phosphore, le soufre et l'iode conduisent l'électricité lorsqu'ils sont rendus fluides à l'aide de la chaleur; mais Faraday avait discrédité cette affirmation une année après, en ce qui concerne le soufre et le phosphore, si bien que personne ne se préoccupa plus de ce qu'avait dit Knox.

M. Bell, dans ses patientes et longues recherches sur la meilleure forme allotropique à donner au sélénium, eut l'idée de reprendre l'expérience de Knox. Il parvint à donner au soufre une forme telle, qu'il le trouva, même à l'état solide, sensible à l'influence de la lumière. Il ne se laissa pas distraire de la vraie direction qu'il s'était imposée pour parvenir à réaliser son merveilleux photophone, et il s'est réservé de revenir plus tard à une étude approfondie du soufre, afin de voir s'il ne pourrait pas être substitué au sélénium dans la photophonie.

Ce même esprit de méthode qui lui avait servi à ne pas sortir du chemin qu'il s'était tracé, quelque résultat qui pût le frapper en route, a empêché aussi M. Bell de faire l'essai de différentes lumières artificielles pour son photophone. A notre grand étonnement, il n'avait pas même tenté d'y appliquer la lumière électrique avant son arrivée à Paris.

A vrai dire, le soleil de Washington, plus brillant que le nôtre en toute saison et surtout au mois d'octobre, suffisait grandement à réaliser toutes les expériences possibles sur la sensibilité du sélénium. Mais à Paris le soleil faisait souvent défaut ces derniers jours, et il nous a fallu, de gré ou de force, employer la lumière de l'arc voltaïque. Les résultats obtenus ont été, comme on pouvait s'y attendre, des plus satisfaisants, et nous espérons d'ici peu, grâce à ce soleil artificiel, rendre le monde scientifique témoin des belles expériences du professeur Graham Bell.

Atténuation du virus du choléra des poules; par M. **L. Pasteur.**

Des divers résultats que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie sur l'affection vulgairement appelée *choléra des poules*, je prends la liberté de rappeler les suivants :

1° Le choléra des poules est une maladie virulente au premier chef.

2° Le virus est constitué par un parasite microscopique qu'on multiplie aisément par la culture, en dehors du corps des animaux que le mal peut frapper. De là la possibilité d'obtenir le virus à l'état de pureté parfaite et la démonstration irréfutable qu'il est seul agent de maladie et de mort.

3° Le virus offre des virulences variables. Tantôt la maladie est suivie de la mort; tantôt, après avoir provoqué des symptômes morbides d'une intensité variable, elle est suivie de guérison.

4° Les différences que l'on constate dans la puissance du virus ne sont pas seulement le résultat d'observations empruntées à des faits naturels : l'expérimentateur peut les provoquer à son gré.

5° Comme cela arrive, en général, pour toutes les maladies virulentes, le choléra des poules ne récidive pas, ou plutôt la récidive se montre à des degrés qui sont en sens inverse de l'intensité plus ou moins grande des premières atteintes de l'affection, et il est toujours possible de pousser la préservation assez loin pour que l'inoculation du virus le plus virulent ne produise plus du tout d'effet.

6° Sans vouloir rien affirmer présentement sur les rapports des virus varioleux et vaccinal humains, il est sensible par les faits précédents que, dans le choléra des poules, il existe des états du virus qui, relativement au virus le plus virulent, font l'office du vaccin humain relativement au virus varioleux. Le virus vaccin proprement dit donne une maladie bénigne, la vaccine, qui préserve d'une maladie plus grave, la variole. Pareillement, le virus du choléra des poules présente des états de virulence atténuée qui donnent la maladie et non la mort, et dans de telles conditions que, après guérison, l'animal peut braver l'inoculation d'un virus très virulent. La différence est grande cependant, à certains égards, entre les deux ordres de faits, et il n'est pas inutile de remarquer que, sous le rapport des connaissances et des principes, l'avantage est du côté des études sur le choléra des poules : tandis qu'on discute encore sur les relations de la variole et de la vaccine, nous avons la certitude que le virus atténué du choléra dérive du virus très virulent propre à cette maladie, qu'on passe directement du premier de ces virus au second, en un mot, que leur nature fondamentale est la même.

Le moment est venu de m'expliquer sur l'assertion capitale qui fait le fond de la plupart des propositions précédentes, à savoir qu'il existe des états variables de virulence dans le choléra des poules : étrange résultat assurément, quand on songe que le virus de cette affection est un organisme microscopique qu'on peut manier à l'état de pureté parfaite, comme on manie la levûre de bière ou le mycoderme du vinaigre. Et pourtant, si l'on considère de sang-froid cette donnée mystérieuse de la virulence variable, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle est probablement commune aux diverses espèces de ce groupe des maladies virulentes. Où donc est l'unicité dans l'un ou l'autre des fléaux qui composent ce groupe ? Pour ne citer qu'un exemple, ne voit-on pas des épidémies de variole très graves à côté d'autres presque bénignes, sans que les différences puissent être attribuées à des conditions extérieures, de climat ou de constitution des individus atteints ? Ne voit-on pas également les grandes contagions s'éteindre peu à peu pour reparaître plus tard et s'éteindre de nouveau ?

La notion de l'existence d'intensités variables d'un même virus n'est donc pas faite, à la rigueur, pour surprendre le médecin ou l'homme du monde, quoiqu'il y ait un immense intérêt à ce qu'elle soit scientifiquement établie. Dans le cas particulier qui nous occupe, le mystère apparaît surtout dans cette circonstance que, le virus étant un parasite microscopique, les variations dans sa virulence sont à la merci de l'observateur. C'est ce que je dois établir avec rigueur.

Prenons pour point de départ le virus du choléra dans un état très virulent, le plus virulent possible, si l'on peut ainsi dire. Antérieurement, j'ai fait connaître un curieux moyen de l'obtenir avec cette propriété. Il consiste à aller recueillir le virus dans une poule qui vient de mourir, non de la maladie aiguë, mais de la maladie chronique. J'ai fait observer que le choléra se présente quelquefois sous cette dernière forme. Les cas en sont rares, quoiqu'il ne soit pas très difficile d'en rencontrer des exemples. Dans ces conditions, la poule, après avoir été très malade, maigrit de plus en plus et résiste à la mort pendant des semaines et des mois. Lorsqu'elle périt, ce qui a lieu peu de temps après que le parasite, localisé jusque-là dans certains organes, a passé dans le sang et s'y cultive, on observe que, quelle qu'ait été la virulence originelle du virus au moment de l'inoculation, celui qu'on extrait du sang de l'animal qui a mis un si long temps à mourir est d'une virulence considérable, qui tue ordinairement dix fois sur dix, vingt fois sur vingt.

Cela posé, faisons des cultures successives de ce virus, à l'état de pureté, dans du bouillon de muscles de poule, en

prenant chaque fois la semence d'une culture dans la culture précédente, et essayons la virulence de ces cultures diverses. L'observation démontre que cette virulence ne change pas d'une manière sensible. En d'autres termes, si nous convenons que deux virulences sont identiques lorsque, en opérant dans les mêmes conditions sur un même nombre d'animaux de même espèce, la proportion de la mortalité est la même dans le même temps, nous constaterons que pour nos cultures successives la virulence est la même ([1]).

Dans ce que je viens de dire, j'ai passé sous silence la durée de l'intervalle d'une culture à la culture voisine, ou, si l'on veut, la durée de l'intervalle d'un ensemencement à l'ensemencement suivant, et son influence possible sur les virulences successives. Portons notre attention sur ce point, quelque minime que paraisse son importance. Pour un intervalle d'un à huit jours, les virulences successives n'ont pas changé. Pour un intervalle de quinze jours, même résultat. Pour un intervalle d'un mois, de six semaines, de deux mois, on n'observe pas davantage de changement dans les virulences. Toutefois, à mesure que l'intervalle grandit, on croit saisir parfois, à certains signes de peu de valeur apparente, comme un affaiblissement du virus inoculé. Par exemple, la rapidité de la mort, sinon la proportion dans la mortalité, subit des retards. Dans les diverses séries inoculées, on voit des poules qui languissent, très malades, souvent très boîteuses, parce que le parasite, dans sa propagation à travers les muscles, a atteint ceux de la cuisse; les péricardites traînent en longueur; des abcès apparaissent autour des yeux; enfin le virus a perdu, pour ainsi dire, de son caractère foudroyant. Allons donc

---

([1]) L'égalité dans la virulence, étant ainsi définie, ne doit pas être considérée comme une donnée absolue, parce qu'elle se trouve fonction du nombre des animaux inoculés. Que la mortalité soit la même dans deux séries de dix animaux, notre convention nous invite à dire que la virulence est la même pour les deux virus inoculés; une différence aurait pu s'accuser si l'on eût opéré, non sur deux séries de dix animaux, mais sur deux séries de cent. Que deux virus, inoculés chacun séparément à cent poules, fournissent des mortalités de soixante sujets dans un cas et de cent dans l'autre : l'épreuve, reprise sur dix, et dix poules seulement, pourra conduire, même dans plusieurs expériences successives, à l'égalité des virulences, si l'on s'en tient à notre convention sur la manière d'évaluer cette égalité. Or, nous voyons qu'en réalité elles différeraient dans les rapports de 60 à 100.

Toutefois, il faut adopter une convention, parce que, dans ce genre d'études, on est forcément limité par la convenance de ne pas pousser trop loin le nombre des victimes et de ne pas exagérer outre mesure la dépense toujours très grande de ces expériences.

encore au delà des intervalles précités, avant la reprise et le renouvellement des cultures. Portons leurs durées à trois, à quatre, à cinq, à huit mois et plus, avant d'étudier la virulence des développements du nouvel être microscopique. Cette fois, la scène change du tout au tout. Les différences dans les virulences successives, qui jusque-là ne s'accusaient pas ou qui s'accusaient d'une manière douteuse, vont se traduire maintenant par des effets considérables.

Avec de tels intervalles dans les ensemencements, il arrive que, à la reprise des cultures, au lieu de virulences identiques, c'est-à-dire de mortalité de dix poules sur dix poules inoculées, on tombe sur des mortalités descendantes de neuf, huit, sept, six, cinq, quatre, trois, deux, une sur dix, et quelquefois même la mortalité est absente, c'est-à-dire que la maladie se manifeste sur tous les sujets inoculés et que tous guérissent. En d'autres termes, dans un simple changement du mode de culture du parasite, dans le seul fait d'éloigner les époques des ensemencements, nous avons une méthode pour obtenir des virulences progressivement décroissantes, et finalement un vrai virus vaccinal, qui ne tue pas, donne la maladie bénigne et préserve de la maladie mortelle.

Il ne faudrait pas croire que pour toutes ces atténuations les choses se passent avec une fixité et une régularité mathématiques. Telle culture qui attend depuis cinq ou six mois son renouvellement peut montrer une virulence toujours considérable, tandis que d'autres de même origine seront déjà très atténuées après trois ou quatre mois d'attente. Nous aurons bientôt l'explication de ces anomalies, qui ne sont qu'apparentes. Souvent même il y a comme un saut brusque d'une virulence encore fort grande à la mort du parasite microscopique et pour un intervalle de peu de durée : en passant d'une culture à la suivante, on est surpris par l'impossibilité de tout développement; le parasite est mort. La mort du parasite est d'ailleurs une circonstance habituelle et constante toutes les fois qu'avant la reprise des cultures on laisse s'écouler un temps suffisant.

Et maintenant, l'Académie connaît le véritable motif du silence dans lequel je me suis renfermé et pourquoi j'ai réclamé la liberté d'un délai avant de l'informer de ma méthode d'atténuation. Le temps était un élément de ma recherche.

Au cours des phénomènes, que devient donc l'organisme microscopique ? Change-t-il de forme, d'aspect, en changeant de virulence d'une manière aussi profonde ? Je n'oserais pas affirmer qu'il n'existe pas certaines correspondances morphologiques entre le parasite et les virulences diverses qu'il accuse, mais je dois avouer qu'il m'a été jusqu'ici impossible

de les saisir et que, si elles se montrent réellement, elles disparaissent, pour l'œil armé du microscope, devant la petitesse si grande du virus. Les cultures sont pareilles pour toutes les virulences. Si l'on croit parfois apercevoir de faibles changements, ils semblent bientôt n'être qu'accidentels, car ils s'effacent ou se produisent en sens inverse dans des cultures nouvelles.

Ce qui est digne de remarque, c'est que, si l'on prend chaque variété de virulence comme point de départ de nouvelles cultures successives faites à intervalles rapprochés, la variété de virulence se conserve avec son intensité propre. S'agit-il, par exemple, d'un virus atténué qui ne tue plus qu'une fois sur dix, il garde cette virulence dans ses cultures si les intervalles des ensemencements ne sont pas exagérés. Chose également intéressante, quoiqu'elle soit dans le sens général des observations précédentes, un intervalle d'ensemencement qui suffit pour faire périr un virus atténué respecte un virus plus virulent, qui peut bien en être atténué de nouveau, mais qui n'en meurt pas nécessairement.

Au point où nous sommes arrivés, une importante question se présente, celle de la cause de la diminution de la virulence.

Les cultures du parasite se font nécessairement au contact de l'air, parce que notre virus est un être aérobie et qu'à l'abri de l'air son développement n'est pas possible. Il est donc naturel de se demander tout d'abord si ce ne serait pas dans le contact de l'oxygène de l'air que réside l'influence affaiblissante de la propriété de virulence. Ne se pourrait-il pas que le petit organisme qui constitue le virus, restant abandonné en présence de l'oxygène de l'air pur, dans le milieu de culture où il vient de se multiplier, subisse quelques modifications qui se montreraient permanentes quand on soustrairait l'organisme à l'influence modificatrice? On peut, il est vrai, se demander en outre si quelque principe de l'air atmosphérique, autre que l'oxygène, principe chimique ou fluide, n'interviendrait pas dans l'accomplissement du phénomène, dont l'incomparable étrangeté autorise toutes les suppositions.

Il est aisé de comprendre que la solution de ce problème, au cas où elle relèverait de notre première hypothèse, celle d'une influence de l'oxygène de l'air, est assez facilement accessible à l'expérience : si l'oxygène de l'air, en effet, est l'agent modificateur de la virulence, nous pourrons vraisemblablement en avoir la preuve par les effets de la suppression de sa présence.

A cette fin, pratiquons nos cultures de la manière suivante. Une quantité convenable de bouillon de poule étant ense-

mencée par notre virus très virulent, remplissons-en des tubes de verre aux deux tiers, aux trois quarts, etc., de leur volume; puis fermons ces tubes à la lampe d'émailleur. A la faveur de la petite quantité d'air restée dans le tube, le développement du virus va commencer, circonstance qui se traduit pour l'œil par un trouble croissant du liquide; le progrès de la culture fait peu à peu disparaître tout l'oxygène contenu dans le tube. Alors le trouble tombe, le virus se dépose sur les parois et le liquide de culture s'éclaircit. Il faut deux ou trois jours pour que cet effet se produise. Le petit organisme est désormais à l'abri du contact de l'oxygène, et il restera dans cet état aussi longtemps que le tube ne sera pas ouvert ([1]). Que va-t-il advenir cette fois de sa virulence ? Pour plus de sûreté dans notre étude, nous aurons préparé un grand nombre de tubes pareils, et simultanément un nombre égal de flacons de la même culture, mais librement exposés au contact de l'air pur. Nous avons dit ce qu'il advient de ces cultures exposées au contact de l'air; nous savons qu'elles éprouvent une atténuation progressive de leur virulence : nous n'y reviendrons pas. Parlons seulement des cultures en tubes fermés, à l'abri de l'air. Ouvrons-les, l'un après un intervalle d'un mois, et, après avoir fait une culture par ensemencement d'une portion de son contenu, essayons-en la virulence, l'autre après un intervalle de deux mois, et ainsi de suite pour un troisième, un quatrième, etc. tube après des intervalles de trois, de quatre, de cinq, de six, de sept, de huit, de neuf, de dix mois. C'est là que je me suis arrêté pour le moment. Il est remarquable, l'expérience le prouve, que les virulences sont toujours semblables à celle du début, à celle du virus qui a servi à préparer les tubes fermés. Quant aux cultures

---

([1]) Avec le temps l'aspect des tubes fermés change beaucoup, en ce sens qu'après leur agitation ils deviennent presque limpides. Les granulations dans lesquelles se résolvent les premiers articles du développement initial prennent une réfringence pareille à celle de l'eau et ne troublent le liquide que d'une manière insensible. Sont-ce de véritables germes qu'on puisse comparer, par exemple, aux corpuscules germes de la bactéridie charbonneuse ? Je ne le crois pas. Il n'est pas probable que notre parasite donne lieu à de véritables germes. S'il était suivi de germes, on comprendrait difficilement que, soit au contact de l'air, soit en tubes fermés, il perdît à la longue toute vitalité, toute faculté de reproduction. En outre, lorsqu'il y a germes véritables, ceux-ci supportent une température plus élevée que l'organsime en voie de développement, sous sa forme d'articles. Rien de pareil n'a lieu pour le microbe du choléra des poules. Les vieilles cultures conservées au contact de l'air (je n'ai pas éprouvé encore les autres) périssent même à des températures inférieures à celles qui atteignent les cultures récentes. C'est un caractère habituel du groupe des microcoques.

exposées à l'air, on les trouve mortes ou en possession des plus faibles virulences.

La question qui nous occupe est donc résolue : c'est l'oxygène de l'air qui affaiblit et éteint la virulence ([1]).

Vraisemblablement, il y a ici plus qu'un fait isolé : nous devons être en possession d'un principe. On doit espérer qu'une action inhérente à l'oxygène atmosphérique, force naturelle partout présente, se montrera efficace sur les autres virus. C'est, dans tous les cas, une circonstance digne d'intérêt que la grande généralité possible de cette méthode d'atténuation de la virulence, qui emprunte sa vertu à une influence d'ordre cosmique, en quelque sorte ([2]). Ne peut-on pas présumer dès aujourd'hui que c'est à cette influence qu'il faut attribuer, dans le présent comme dans le passé, la limitation des grandes épidémies ?

Les faits que je viens d'avoir l'honneur de communiquer à l'Académie suggèrent des inductions nombreuses, prochaines ou éloignées. Sur les unes et les autres, je suis tenu à une grande réserve. Je ne me croirai autorisé à les présenter au public que si je parviens à les faire passer à l'état de vérités démontrées.

([1]) Puisque, à l'abri de l'air, l'atténuation n'a pas lieu, on conçoit que, si dans une culture au libre contact de l'air (pur) il se fait un dépôt du parasite en quelque épaisseur, les couches profondes soient à l'abri de l'air, tandis que les superficielles se trouvent dans de tout autres conditions. Cette seule circonstance, jointe à l'intensité de la virulence, quelle que soit, pour ainsi dire, la quantité du virus employé, permet de comprendre que l'atténuation d'un vase ne doit pas nécessairement varier proportionnellement au temps d'exposition à l'air.

([2]) J'ai passé sous silence, dans cette Note, une question ardue dont l'étude m'a pris un temps considérable. Je m'étais persuadé (à vrai dire, je ne sais pourquoi) que tous les faits d'atténuation que j'observais s'expliqueraient d'une manière plus conforme aux lois naturelles dans l'hypothèse de mélanges en proportions variables et déterminées de deux virus, l'un très virulent, l'autre très atténué, que par l'existence d'un virus à virulence progressivement variable. Après m'être pour ainsi dire acharné à la recherche d'une démonstration expérimentale de cette hypothèse de deux seuls virus, j'ai fini par acquérir la conviction que telle n'était pas la vérité.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

28 NOVEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 35.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES MATIÈRES COLORANTES DES VÉGÉTAUX; par M. **J.-B. Schnetzler**, professeur à l'Académie de Lausanne.

Dans un travail publié en 1879 sur les couleurs des fleurs, M. Hildebrand arrive à la conclusion que la couleur verte est la couleur primitive des fleurs. La coloration verte pouvait passer au blanc ou au jaune. Dans les fleurs blanches se développaient des matières colorantes rouges, violettes et bleues. De la coloration rouge du liquide intra-cellulaire et des granulations jaunes il résultait de l'orange.

L'auteur attribue avec raison aux insectes une très grande influence sur la coloration des fleurs. En effet, depuis que les travaux de M. Ch. Darwin sur la fécondation des végétaux ont démontré l'utilité de l'exportation du pollen d'une fleur sur le stigmate d'une autre fleur, on comprend que les couleurs les plus vives qui attirent les insectes sont aussi les plus avantageuses dans la lutte pour l'existence des végétaux. Sous l'influence de la sélection opérée par les insectes, les couleurs les plus utiles se développeront de plus en plus, jusqu'à ce qu'elles arrivent à un état plus ou moins stable.

Mais ce fait, malgré son importance incontestable, ne suffit pas pour expliquer à lui seul la formation et les transformations des matières colorantes. Il y a évidemment des actions chimiques qui, dans la formation des pigments d'une fleur, jouent un rôle très important.

Dans les travaux de Marquart, Schübler, Frank, Lachenmeyer, etc., l'eau, l'oxydation et la désoxydation, l'action des matières acides et des matières basiques jouent un très grand rôle dans la coloration des fleurs. On sait que les acides rougissent certaines matières végétales bleues et que les matières basiques ramènent au bleu les matières rougies par les acides. Tout le monde connaît l'expérience qui consiste à changer en

vert la couleur d'une fleur de violette, lorsqu'on l'expose pendant quelques instants à du gaz ammoniac.

Voici quelques observations du même genre :

Les fleurs d'un bleu violet de *Delphinium consolida* prennent une coloration d'un vert bleuâtre dans l'ammoniaque gazeuse.

Ces fleurs verdies, de même que celles qui étaient primitivement bleues, deviennent rouges dans de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique.

Les corolles lilas d'*Hesperis matronalis* deviennent vertes dans l'ammoniaque et retournent au rouge dans l'eau acidulée. L'ammoniaque les fait alors repasser successivement au lilas, au violet, au bleu et au vert.

Les fleurs lilas de *Mentha sylvestris* présentent le même phénomène. Verdies par l'ammoniaque, elles deviennent lilas et ensuite rouges par les acides.

Cichorium Intybus. Les fleurs, bleues, deviennent roses dans l'eau acidulée, d'un vert bleu dans le gaz ammoniac. Les fleurs rougies par les acides repassent dans l'ammoniaque par le bleu avant de devenir vertes. Celles qui ont été verdies par l'ammoniaque passent par le bleu avant de devenir roses.

Solanum tuberosum. Belle coloration verte dans l'ammoniaque; dans l'eau acidulée, ces fleurs, primitivement lilas, deviennent roses.

Les fleurs lilas de *Verbena officinalis* verdissent dans l'ammoniaque et retournent au lilas par les acides.

L'épicarpe d'un fruit de *Prunus domestica*, d'un bleu violet, devient vert dans l'ammoniaque et retourne à un beau rouge pourpre dans l'eau acidulée. La matière colorante rouge ainsi produite diffuse dans l'eau et lui communique une coloration d'un rouge carmin; celle-ci retourne au bleu violet de l'épicarpe du pruneau sous l'influence de l'ammoniaque ou du carbonate d'ammoniaque.

Salvia pratensis. Belle coloration verte dans le gaz ammoniac, jaune orange dans une solution de potasse.

Auchusa italica. Coloration verte dans l'ammoniaque et la potasse, rouge dans l'eau acidulée.

Gentiana verna. Coloration verte dans l'ammoniaque, beau rouge carmin dans l'eau acidulée; retour au bleu dans une solution de potasse.

Papaver Rhœas. Les pétales restent rouges dans l'eau acidulée; mais ils prennent rapidement une coloration d'un beau violet foncé dans le gaz ammoniac, retournant au rouge dans l'eau acidulée.

Pelargonium roseum. Les pétales gardent leur couleur rouge dans l'eau acidulée et prennent une coloration d'un bleu vert dans l'ammoniaque.

Balsamina hortensis. Les fleurs, d'un beau rouge ponceau, ne

changent pas dans l'eau acidulée; elles deviennent d'un violet foncé dans le gaz ammoniac.

Malva alcea. Les pétales, d'un rouge lilas, se colorent en bleu vert dans l'ammoniaque; retour au rouge dans l'eau acidulée. On observe le même changement sur les fleurs, d'un rouge pourpre, d'*Aster Sinensis.*

Le périgone, d'un rose pâle, de *Phytolacca decandra* devient vert dans l'ammoniaque.

Les pétales rouges de *Rosa centifolia* se colorent en vert bleu dans l'ammoniaque; l'eau acidulée les ramène au rouge.

Dianthus caryophyllus. Les pétales rouges verdissent dans l'ammoniaque.

Trifolium pratense. Sous l'influence du gaz ammoniac, les fleurs, purpurines, deviennent d'abord d'un violet bleu, ensuite vertes et retournent au rouge dans l'eau acidulée.

Prunella vulgaris. L'ammoniaque communique aux fleurs une coloration d'un bleu verdâtre qui passe peu à peu au vert et même au jaune. Dans l'eau acidulée le violet pourpre primitif de la fleur se change en rouge carmin.

Althæa officinalis. Les pétales blancs, à base rosée, ne changent pas dans l'eau acidulée. Dans le gaz ammoniac ils se colorent en vert clair; la base devient d'un vert plus foncé.

Des fleurs de balsamines blanches deviennent jaunes dans l'ammoniaque; dans l'eau acidulée elles retournent au blanc légèrement rosé.

Une rose blanche se colore en jaune verdâtre dans l'ammoniaque et revient au blanc dans l'eau acidulée.

Daucus carota. Les fleurs, blanches, se colorent en jaune citron dans le gaz ammoniac. Cette coloration persiste dans l'eau acidulée.

Calystegia sepium. La couleur blanche de la corolle ne change pas dans l'eau acidulée, tandis que le sommet des bractées et du calice se colore en rouge. Dans le gaz ammoniac, la fleur devient jaune. Plongée dans une solution de borax, elle devient hyaline comme du verre. Outre l'air renfermé dans les cellules, il diffuse dans la solution de borax une matière faiblement colorée en jaune.

Les fleurs de marguerite se colorent en jaune dans l'ammoniaque et redeviennent blanches dans l'eau acidulée. On observe le même fait chez les pâquerettes, mais les bandes roses de la face inférieure se colorent en vert.

Les fleurs jaunes de *Solidago canadensis, Calendula officinalis, Cucurbita pepo, Sinapis arvensis, Sonchus oleraceus, Prenanthes muralis,* etc., ne changent leur couleur ni dans le gaz ammoniac ni dans l'eau acidulée.

Les fleurs d'un rouge orangé de *Tropæolum majus* prennent une coloration d'un brun pourpre foncé dans l'ammoniaque;

dans l'eau acidulée elles redeviennent jaunes avec des bandes rouges.

Les fleurs jaunes de différentes espèces de *Primula* deviennent vertes ou d'un vert bleuâtre par la dessiccation, surtout celles de *Primula acaulis*, dont les pétales se colorent souvent d'un beau vert bleu. La matière colorante ainsi produite diffuse dans une solution de borax, qui prend une coloration verdâtre sans trace de fluorescence. La matière colorante jaune des pétales frais de *Primula* diffuse également dans la solution de borax, à laquelle elle communique une coloration jaune.

Il résulte des observations précédentes que les couleurs rouges des fleurs observées ne changent pas sous l'influence de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique, tandis que les pigments bleus, violets, pourpres rougissent sous l'action de ce même réactif. Le gaz ammoniac et une solution de potasse caustique très diluée transforment le pigment primitivement rouge des fleurs ou celui qui a été rougi par un acide en une matière colorante pourpre, violette, bleue, verte et jaune.

Ces faits plus ou moins connus n'expliquent du reste pas les changements de coloration qui s'opèrent dans les cellules vivantes des végétaux. L'acide sulfurique, la potasse et l'ammoniaque n'y agissent pas à l'état où ces matières ont été employées dans les observations dont nous venons de parler. Ces mêmes réactifs peuvent aussi agir sur d'autres matières contenues dans les cellules des fleurs. Il y avait donc un certain intérêt à extraire, à l'aide d'un dissolvant neutre, les pigments qui colorent les pétales de différentes fleurs et à faire agir sur les solutions colorées ainsi obtenues des matières acides et basiques qui se rencontrent dans les cellules vivantes ou qui y pénètrent comme nourriture. Le dissolvant ordinairement employé a été l'alcool du commerce bien purifié. L'oxalate de potassium (sel d'oseille) a servi comme réactif acide et le carbonate de potassium comme réactif basique. Les matières colorantes des feuilles présentant souvent une grande analogie avec celles des fleurs, j'ai fait quelques observations sur les premières.

Les feuilles de la vigne du Canada (*Ampelopsis hederacea*), devenues rouges en automne, diffusent dans l'alcool une matière colorante rose. Lorsqu'on verse dans le liquide ainsi coloré une faible solution de potasse, il prend une belle coloration verte qui, d'après Berzélius, est due à une combinaison de l'alcali avec la matière colorante rouge de la feuille. Pour examiner si dans la solution alcoolique rouge obtenue avec les feuilles rouges de la vigne du Canada il existe encore de la chlorophylle, je verse dans un tube à réaction 1^{vol} d'eau, sur lequel on fait couler 1^{vol} de la solution alcoolique rouge;

enfin on y ajoute délicatement $0^{vol},5$ d'éther. On remue doucement les liquides ainsi superposés. L'éther qui surnage se colore en vert et présente la fluorescence caractéristique de la chlorophylle. Lorsque dans le liquide rouge, sur lequel nage la solution éthérée de chlorophylle, on verse une solution de potasse, ce liquide se colore en vert sans fluorescence; les acides le ramènent à un rouge plus vif et plus intense que la couleur rose de la solution alcoolique primitive. Les feuilles de *Biotis aurea*, brunies en hiver, abandonnent à l'alcool une matière colorante brune. En traitant cette solution avec de l'eau et de l'éther, comme dans l'expérience précédente, il surnage une solution éthérée d'une belle couleur brune. Une solution de sulfate ferro-ferrique produit dans le mélange d'eau et d'alcool sous-jacent, devenu d'un brun plus clair, une coloration noire. Les feuilles vertes placées à l'intérieur de l'arbre, traitées de la même manière, donnent une solution éthérée verte de chlorophylle. Le sel de fer produit dans le liquide sous-jacent une coloration verte bien moins intense que dans le cas précédent. Au mois de mars 1880, qui était chaud et riche en lumière solaire, les feuilles jaunes et brunes de *Biotis aurea* sont redevenues vertes et n'abandonnent à l'éther que de la chlorophylle.

Les fleurs de *Gentiana verna* abandonnent à l'alcool une matière colorante d'un bleu pâle. Les acides produisent dans le liquide ainsi coloré un beau rose violet que l'ammoniaque ramène au bleu; une solution de potasse diluée produit du vert. Dans le gaz ammoniac, les fleurs de *Gentiana verna* deviennent vertes. Ces mêmes fleurs, plongées dans une solution saturée de borax, deviennent vertes, tandis qu'il diffuse dans le liquide une matière colorante jaune qui devient rose avec les acides et retourne alors au vert avec l'ammoniaque, qui ne produit point de changement dans la solution primitivement jaune.

La magnifique coloration rouge d'*Anthurium Scherzerianum* provient d'un pigment contenu dans les cellules hypodermiques de la spathe; l'épiderme est incolore, de même que les cellules du mésophylle; plusieurs de ces dernières renferment cependant du pigment rouge. Ce pigment diffuse dans l'alcool, qui se colore très faiblement en rouge. Cette coloration est ravivée par les acides; les alcalis la transforment en vert. Les cellules de la spathe contiennent beaucoup de cristaux d'oxalate de calcium. Des fragments de la spathe exposés au gaz ammoniac deviennent d'un violet foncé; les acides les ramènent au rouge.

Les pétales de *Pæonia officinalis* diffusent dans l'alcool une fort belle matière colorante rouge de réaction acide. La solution alcoolique ainsi colorée est très stable à l'air et à la lumière du soleil. Lorsqu'on en verse sur un verre de montre une

goutte même très diluée, la matière colorante présente bientôt, soit par l'évaporation de l'alcool, soit sous l'influence de l'oxygène de l'air, une magnifique coloration d'un violet amaranthe parfaitement stable, même exposée à la lumière directe du soleil. Une solution de potasse (¹), appliquée à l'aide d'un pinceau sur la matière colorée en violet amaranthe, la transforme en un beau bleu de gentiane que les acides ramènent au rouge.

La solution alcoolique des fleurs de *Pæonia* est d'un rouge pourpre; en versant dans ce liquide quelques gouttes d'une solution d'oxalate de potassium, la coloration passe à un beau rouge. Lorsqu'on verse alors avec précaution dans ce liquide rouge, goutte après goutte, une solution de carbonate de potassium, le rouge passe successivement au pourpre, au violet, au bleu, au vert. La couleur verte ainsi obtenue, exposée au soleil, devient jaune. Les acides et les alcalis n'ont plus d'action sur cette dernière couleur.

Lorsqu'on traite avec de l'eau les pétales de *Pæonia* épuisés avec l'alcool, on obtient un liquide très faiblement coloré en rose. Les acides y produisent une coloration d'un rouge bien prononcé, et les alcalis ramènent ce rouge par le pourpre, le violet et le bleu au vert.

En ajoutant très peu de la solution d'oxalate de potassium à la solution alcoolique peu colorée par les pétales de *Pæonia* et verdie par un alcali, on obtient une teinte d'un rose violet. Lorsqu'on verse dans ce liquide une solution de carbonate de potassium et qu'on filtre, il passe une couleur d'un beau vert émeraude qui, sous l'influence de la lumière incidente du soleil, présente une coloration rouge de sang. Ce liquide, qui paraît rouge, versé dans un verre, produit un filet d'une belle couleur verte. On obtient le même résultat en versant une goutte d'ammoniaque liquide dans la solution alcoolique rosée, étendue, préparée avec les fleurs de pivoine. Lorsqu'on ajoute plus d'ammoniaque, le vert passe au jaune orange.

Comme dans les expériences précédentes, dans le changement successif de la couleur rouge au vert, le violet passe si rapidement par le bleu pour arriver au vert, que la coloration bleue est à peine visible. J'obtiens cette coloration de la manière suivante : on concentre par évaporation la solution alcoolique rouge des fleurs de *Pæonia* jusqu'à ce qu'elle présente une teinte d'un pourpre foncé; on verse dans l'eau d'un tube à réaction une ou deux gouttes de cette solution concentrée pour obtenir une légère teinte purpurine. En ajoutant à ce liquide

---

(¹) J'emploie, pour abréger, le mot *potasse* pour carbonate de potassium et le mot *acide* pour un sel acide, par exemple l'oxalate de potassium (sel d'oseille).

avec précaution quelques gouttes de la solution de carbonate de potassium, on obtient une fort belle coloration bleue.

Une solution de sulfate ferro-ferrique versée dans la liqueur alcoolique faiblement colorée en rouge par les pétales de *Pæonia* produit un précipité d'un violet noir. En éliminant complètement la matière colorante rouge de la solution alcoolique, on obtient avec le sel de fer la même coloration violette. Ce fait démontre dans les fleurs rouges de *Pæonia* la présence d'un corps appartenant au groupe des tannins. On obtient le même résultat avec les fleurs rouges de *Rosa centifolia, Papaver Rhœas, Ribès sanguineum* (vert foncé). Les pétales de *Rosa centifolia* abandonnent à l'alcool une matière colorante rosée qui prend une belle coloration rouge avec l'oxalate de potassium. Ce rouge, de même que celui qu'on obtient avec les fleurs de *Pæonia,* est très stable en présence du sel acide. Lorsqu'on verse dans le liquide rosé préparé avec les pétales de roses rouges une solution de carbonate de potassium, on obtient une coloration verte qui, après filtration, présente le même phénomène de dichroïsme que celle préparée avec le rouge de pivoine.

Les pétales de *Papaver Rhœas* colorent l'alcool en rouge. La matière colorante diffusée subit les mêmes transformations, sous l'influence des matières acides et basiques, qu'on observe dans les cas précédents.

La couleur rouge extraite de *Ribes sanguineum* se comporte de la même manière.

Les fruits écrasés de *Ribes nigrum* produisent dans l'alcool une belle coloration d'un rouge violet foncé. Les réactifs acides et basiques y produisent les mêmes transformations qu'on vient d'indiquer. La solution alcoolique, étendue avec un peu d'eau et secouée légèrement avec de l'éther, abandonne à ce dernier une petite quantité de chlorophylle.

Dans les cellules de l'épicarpe des raisins rouges qui mûrissent, on peut voir toutes les transitions des grains de chlorophylle verts en grains rouges dont le pigment diffuse dans le liquide cellulaire. Le pigment rouge passe dans l'alcool et lui communique une teinte pourprée. L'éther en extrait de la chlorophylle, dont la quantité varie suivant la maturation et la coloration rouge du raisin. Une solution de carbonate de potassium produit une belle couleur verte dans la solution alcoolique rouge; la lumière incidente lui communique une coloration rouge. Lorsqu'on ajoute à la solution alcoolique pourpre de l'oxalate de potassium acide, la couleur pourprée se transforme en un beau rouge; mais alors l'éther n'en extrait plus de chlorophylle. Le liquide alcoolique rouge extrait de la gousse des raisins ne renferme que fort peu de tannin; celui-ci se trouve principalement dans la rafle du raisin.

Les fleurs de *Tragopogon pratensis* diffusent dans l'alcool une matière colorante jaune très stable que les matières acides et basiques ne changent point. On y trouve à peine des traces de tannin.

MM. Schell et Wiegand admettent que la coloration rouge des jeunes feuilles, de même que celle des feuilles d'automne, dépend probablement de la présence du tannin; mais M. Schell doute que la coloration rouge, jaune, bleue des fleurs et des fruits soit en rapport avec cette substance, parce qu'elle ne se trouve pas toujours dans les fleurs ainsi colorées. Nous venons de démontrer la présence d'un corps appartenant à ce groupe mal défini des tannins dans les fleurs rouges de *Pæonia, Ribes sanguineum, Papaver Rhœas*. Du reste, d'après les belles recherches de M. Sachs, les matières colorantes des fleurs prennent ordinairement naissance dans les feuilles sous l'influence de la lumière. Ces dernières ont la propriété de produire des combinaisons organiques qui sont transportées dans le bouton et au moyen desquelles celui-ci se développe et se colore.

Quoi qu'il en soit quant au rôle que joue le tannin dans la coloration des fleurs, il résulte des observations précédentes qu'il existe dans les plantes une matière chromogène qui devient rouge sous l'influence des acides et qui, suivant la quantité de matière basique employée, passe du rouge au pourpre, au violet, au bleu, au vert et au jaune. Au contact de l'air, ces couleurs ne sont pas également stables. Ce sont les deux termes de la série, le rouge et le jaune, qui présentent le plus de stabilité; mais il est évident que dans la cellule vivante, en présence d'une quantité donnée de matières acides ou alcalines, les pigments végétaux se trouvent dans d'autres conditions qu'au contact de l'air.

Nous avons vu, au commencement de ce travail, que M. Hildebrand admet la possibilité d'une dérivation de toutes les couleurs des fleurs de la couleur verte de la chlorophylle.

M. Pringsheim fait dériver la matière colorante rouge des Floridées du pigment de la chlorophylle. Le même auteur regarde toutes les matières colorantes végétales comme des dérivés de la chlorophylle, qui prennent naissance dans les tissus sous l'influence d'actions chimiques. Les différences que présentent les spectres proviennent, d'après Pringsheim, des différents dissolvants ou du contenu cellulaire des plantes examinées. Je rappellerai à cette occasion que j'ai démontré la présence d'un corps appartenant au groupe des tannins dans la solution alcoolique de la chlorophylle d'un grand nombre de végétaux.

Leo Liebermann admet, en se basant sur l'analyse spectrale, que la chlorophylle se compose d'une partie acide et d'une

partie basique. Lorsqu'on traite l'extrait alcoolique violet de fleurs de violette avec de l'acide nitrique, il devient d'un rouge magnifique. En ajoutant au liquide rouge quelques gouttes de sulfure d'ammonium, il passe par le bleu et le violet au vert. A l'air, le liquide vert redevient violet par oxydation. L'analyse spectrale de ce liquide vert donne trois bandes qui ne diffèrent des trois bandes de la chlorophylle que parce qu'elles sont plus faibles et devient très peu à gauche. Liebermann pense que cette matière colorante verte est la partie basique de la chlorophylle et en même temps la matière colorante d'où dérivent les couleurs des fleurs.

La matière verte dont il est ici question correspond évidemment à celle que j'ai obtenue dans mes expériences. Je dois cependant faire observer que les différences entre son spectre et celui de la chlorophylle me paraissent plus grandes que celles indiquées par l'auteur.

Je n'ai pas l'intention de citer ici tous les travaux faits sur la chlorophylle et ses modifications, comme par exemple les belles recherches de MM. Fremy, Sachs, Kraus, Askenasy, Wiesner, etc.; je rappellerai seulement que M. Trécul a fait voir que des grains de chlorophylle peuvent changer leur couleur verte en bleu (*Atropa belladona*), en rouge ou orange (*Lonicera etrusca, Asparagus officinalis, Rosa*), que la matière colorante jaune granuleuse de certaines fleurs, comme celles des Cucurbitacées, est analogue à la chlorophylle (Sachs).

Dans les sépales de *Pæonia officinalis,* le bord est coloré en rouge comme les pétales, tandis que le reste est encore vert.

Quand nous jetons un coup d'œil sur une collection de plantes à feuillage coloré, *Dracæna, Croton, Caladium, Alocasia, Cissus, Coleus, Zea, Phormium, Aucuba,* etc., nous voyons toutes les transitions entre le vert, le rouge, le pourpre, le bleu, le violet, le jaune, etc.

Dans les algues unicellulaires primitives, le pigment vert qui imbibait les corpuscules différenciés du protoplasma a dû se développer comme aujourd'hui dans toutes les cellules qui renferment des grains de chlorophylle. La matière colorante rouge, violette, pourpre, etc., qui à l'état liquide masque dans beaucoup d'algues la couleur verte, dérive de cette dernière. Suivant les phases de leur développement, certaines algues sont successivement vertes ou rouges. Le pigment rouge présente souvent le même aspect granuleux, comme les grains de chlorophylle. Les matières colorantes qui apparaissent sous forme de grains verts, rouges, jaunes, se composent de grains de protoplasma imbibés d'un pigment. Celui-ci diffuse bien moins dans l'alcool, l'eau, la solution de borax, que les matières colorantes liquides non incorporées dans les

granulations plasmatiques. Mais la distinction en pigments solides et liquides n'a rien d'absolu. Les cellules sphériques de *Porphyridium cruentum*, qui présentent la couleur du sang, deviennent vertes après la diffusion de la matière rouge dans une solution de borax.

Quoique les matières colorantes que nous avons obtenues en faisant agir des réactifs acides ou basiques sur des solutions alcooliques d'un grand nombre de pigments extraits de fleurs ne soient pas identiques avec les matières colorantes contenues dans les cellules des pétales, il n'en résulte pas moins que les différentes couleurs que nous admirons dans le règne végétal doivent provenir d'actions chimiques qui s'exercent dans les cellules vivantes sur une matière chromogène très répandue. Cette matière est un des premiers produits du travail chimique opéré dans la cellule.

Pringsheim a trouvé comme premier produit de l'assimilation la partie de la chlorophylle qu'il appelle *hypochlorine*. Cette matière se rencontre dans tous les organes à chlorophylle. D'après lui, la chlorophylle agit comme régulateur de la respiration, étant placée comme un écran qui absorbe une partie des rayons lumineux et permet à la fonction assimilatrice de prendre le pas sur la respiration et à la plante de s'accroître. L'absorption des rayons bleus de la chlorophylle explique l'apparente activité des rayons éclairants dans les phénomènes d'assimilation.

Les plantes cryptogames cellulaires et vasculaires qui apparurent les premières dans l'eau et sur la terre produisirent le pigment vert des grains de chlorophylle comme première matière colorante. Quoique le transport de la matière fécondante ne dépende pas chez elles de la visite des insectes, nous voyons souvent la couleur verte se modifier soit à l'époque de la reproduction chez les plantes unicellulaires, soit dans les organes reproducteurs chez les cryptogames multicellulaires. La fleur des phanérogames se compose de feuilles plus ou moins modifiées en vue de leur adaptation aux fonctions reproductrices; mais ces feuilles étaient primitivement des feuilles vertes. Nous voyons du reste souvent les étamines et les carpelles reprendre la forme de véritables feuilles et par un phénomène d'atavisme les pétales, étamines et carpelles retourner à leur couleur verte primitive. Dans les roses, par exemple, on a obtenu une variété aux fleurs entièrement vertes, semblables à celles qu'on obtient en traitant les pétales d'une rose rouge avec une solution de potasse.

Il est vrai qu'en traitant directement la chlorophylle avec des matières acides et basiques on n'obtient pas les différentes couleurs des fleurs; mais les actions chimiques qui s'opèrent dans une cellule vivante diffèrent certainement des

manipulations un peu brutales que nous faisons subir dans nos laboratoires aux matières brusquement arrachées du merveilleux petit laboratoire de la cellule.

Il me semble résulter de tout ce qui précède que dans la cellule végétale il se forme parmi les premiers produits de l'assimilation une matière chromogène d'abord incolore, qui, sous l'influence de la lumière, produit le pigment vert qui imbibe les grains de protoplasma différenciés, et que cette même matière chromogène, sous l'influence d'actions chimiques, de la lumière et de la sélection opérée par les insectes, passe aux différentes couleurs qui ornent les pétales des fleurs. (Extrait des *Archives suisses.*)

NOTE SUR LA LIQUÉFACTION DE L'OZONE EN PRÉSENCE DE L'ACIDE CARBONIQUE ET SUR SA COULEUR A L'ÉTAT LIQUIDE; par MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis.

Nous avons constaté qu'une brusque détente de l'oxygène ozonisé détermine la formation d'un épais brouillard, signe certain d'un changement d'état de l'ozone; mais est-il possible d'obtenir ce corps à l'état de gouttes liquides persistantes, et l'ozone liquide est-il coloré? C'est ce que nous avons cherché à savoir, en comprimant, avec les précautions indiquées dans une Note antérieure, de l'ozone préparé à la basse température que l'on obtient en faisant passer un courant d'air sec dans du chlorure de méthyle. Ce gaz, comprimé à 200^{atm} dans le tube capillaire de l'appareil Cailletet refroidi à —23°, se colore en bleu de plus en plus foncé à mesure qu'on augmente la pression, mais ne produit pas de liquide visible se distinguant du gaz par un ménisque.

Si l'on place alors la partie supérieure du tube capillaire dans le protoxyde d'azote liquide, l'intensité de la coloration augmente considérablement dans toute cette partie, refroidie à —88°; la partie inférieure du tube étant maintenue à —23°, on peut juger de la différence de nuance et estimer que l'ozone à —88° est trois ou quatre fois plus coloré que l'ozone à —23°. L'intensité de la coloration croît donc quand la température s'abaisse. Après quelques minutes, les températures des deux portions du tube sont peu différentes; le gaz paraît uniformément coloré en bleu foncé; l'ozone est alors emprisonné dans un vase fermé par du mercure solide, dont le ménisque reste brillant et absolument inattaqué par l'ozone à cette basse température. Dans ces conditions, on peut s'assurer que le tube capillaire ne contient aucune goutte liquide.

Ces expériences peuvent-elles faire penser que l'ozone est bleu à l'état liquide? Cette conclusion serait forcée, car ce n'est pas parce qu'un gaz devient plus coloré lorsqu'on le refroidit

qu'on peut induire qu'il conservera sa couleur en changeant d'état physique, bien que cependant, pour l'acide hypoazotique par exemple, on constate que la couleur de l'acide liquide et celle de sa vapeur diffèrent d'autant moins que la température est plus basse.

Mais nous pouvons essayer de déterminer la liquéfaction de l'ozone en ajoutant au mélange d'ozone et d'oxygène une forte proportion d'acide carbonique; cet artifice nous a permis de constater des faits nouveaux.

L'étude comparative des mélanges d'oxygène avec l'ozone et avec l'acide carbonique nous a montré que le point de liquéfaction de l'ozone est peu différent de celui de l'acide carbonique. Ne pouvant accroître assez la proportion d'ozone dans le mélange pour diminuer le retard considérable qu'une forte proportion d'un gaz permanent fait éprouver à la liquéfaction, nous avons ajouté à l'oxygène ozonisé de l'acide carbonique.

La compression, dans un tube capillaire maintenu à — 23° par du chlorure de méthyle, d'un mélange d'acide carbonique et d'oxygène ozonisé à très basse température donne des résultats analogues à ceux qu'on observe avec les mélanges de plusieurs gaz liquéfiables, mais qui empruntent ici à la coloration de l'ozone une netteté parfaite.

Une compression lente permet d'obtenir un liquide se séparant du gaz par un ménisque; ce liquide n'est pas incolore, comme l'est habituellement l'acide carbonique liquide; il est franchement bleu : sa nuance ne paraît pas différer de celle du gaz qui le surmonte.

C'est là un état stable qui persiste tant que les gaz restent sous pression. Si l'on vient à détendre légèrement les gaz et à les comprimer immédiatement, on voit au-dessus du mercure une colonne liquide bleu d'azur, beaucoup plus colorée que le gaz.

Le froid de la détente a déterminé un nuage abondant, formé d'acide carbonique et d'ozone liquides ou solides, car ce dernier corps est alors refroidi à une température inférieure à son point critique, et l'abondante liquéfaction de l'acide carbonique produite par la compression recueille une partie de cet ozone.

Ce qui prouve que les choses se passent ainsi, c'est que la coloration du liquide diminue et qu'en quelques minutes le liquide et le gaz reprennent la même nuance. L'ozone recueilli tout d'abord par l'acide carbonique liquide se diffuse, l'atmosphère du tube ne contenant pas la vapeur d'ozone à l'état de saturation.

De même que la compression d'un mélange d'oxygène, d'acide carbonique et de protoxyde d'azote donne un liquide mixte, formé des deux gaz liquéfiés, celle d'un mélange

d'oxygène, d'acide carbonique et d'ozone donne un liquide mixte contenant de l'ozone liquéfié; c'est cet ozone qui colore en bleu le liquide que nous avons obtenu dans nos expériences.

Ces faits permettent de prévoir que l'on obtiendrait l'ozone en gouttes liquides en comprimant, à très basse température, le mélange d'ozone et d'oxygène préparé à — 88°, dont la teneur en ozone s'élève, d'après nos expériences, à plus de 50 pour 100, et que dans ces conditions on aurait un liquide bleu très foncé.

Les colorations ont déjà été employées en Chimie pour résoudre des questions controversées : il suffit de citer les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation du perchlorure de phosphore et de l'iodure de mercure. La coloration de l'ozone à l'état liquide et à l'état gazeux permet de constater que les produits de décomposition de l'acide carbonique par l'effluve contiennent une forte proportion d'ozone : il suffit pour cela de les comprimer, ce qu'on réalise facilement en transformant le réservoir du tube Cailletet en appareil à effluve dans lequel l'acide carbonique est soumis à des décharges électriques, pendant plusieurs heures, avant d'être comprimé. La compression du gaz refroidi à — 23° donne un gaz aussi coloré que le comporte la teneur en ozone indiquée par M. Berthelot, et, pour une certaine pression, l'acide carbonique qui n'a pas été décomposé se liquéfie et est coloré en bleu.

Nous établissons donc, sans l'intervention d'aucun réactif, la forte teneur en ozone de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique. Cette conclusion est celle que nous avons indiquée déjà dans une Note précédente; elle est d'ailleurs conforme à l'une des hypothèses formulées par M. Berthelot sur la nature du produit oxydant formé aux dépens de l'acide carbonique par les décharges électriques.

Lettre adressée a M. le Ministre des Affaires étrangères par M. Le Brun, consul de France a Valparaiso, sur un tremblement de terre qui a été ressenti dans cette localité le 15 aout dernier (communiquée par M. l'amiral **Mouchez**, directeur de l'Observatoire de Paris).

« Valparaiso, le 24 août 1880.

» Monsieur le Ministre,

» Le 15 de ce mois, à $8^h 47^m$ du matin, on a ressenti à Valparaiso un fort et long tremblement de terre qui a vivement impressionné toute la population. Les oscillations ont duré une minute environ et se sont produites de l'est à l'ouest, sans être accompagnées d'aucun mouvement vertical, ce qui a permis

aux constructions de la ville, faites presque toutes en prévision de semblables éventualités, de résister à la violence de ces secousses répétées.

» Le tremblement de terre n'est pas un événement rare au Chili; depuis que j'y réside, on en a certainement compté au moins un par semaine; mais, d'ordinaire, il ne se produit qu'une légère secousse qui peut passer inaperçue.

» Le phénomène du 15 a pris d'autres proportions, et ses effets méritent, monsieur le Ministre, d'être signalés à l'attention de Votre Excellence.

» A Valparaiso et sur le littoral il a causé peu de dommages, mais dans l'intérieur, en suivant la vallée que parcourt le chemin de fer jusqu'à Santiago, différentes villes ont sérieusement souffert; des maisons, des églises ont été renversées. La capitale du Chili a été aussi quelque peu éprouvée. C'est vers le nord, et dans le département d'Illapel surtout, que l'action du tremblement s'est fait sentir. Le chef-lieu de ce département, la ville d'Illapel, où l'on compte sept mille âmes, a été entièrement détruite.

» Le même phénomène a brisé tous les fils télégraphiques, dans le réseau du nord principalement, et a rompu le câble sous-marin entre Valparaiso et Coquimbo.

» De leur côté, les lignes ferrées ont été obstruées par des éboulements. Pendant deux jours, qu'on a employés à déblayer la voie, les communications avec Santiago sont restées interrompues.

» Cet hiver a, d'ailleurs, été fécond en désastres dans la république chilienne. Dans le seul mois de juillet il y est tombé plus de pluie qu'habituellement pendant toute la saison. Cette masse d'eau, accompagnée de continuels ouragans, a causé de grandes pertes dans toute l'étendue du pays. Au nord, les mines ont été inondées; au sud, les récoltes sont plus que menacées. Des ponts ont été détruits par les inondations et partout les voies ferrées ont été plus ou moins endommagées. En dernier lieu, un tremblement de terre, que l'on classe avec raison parmi les plus forts que l'on ait ressentis ici depuis le commencement du siècle, vient ajouter de nouvelles pertes à celles qu'on avait déjà éprouvées....

» Agréez l'hommage, etc.

» *Signé* : Le Brun. »

La cause des neiges perpétuelles.

Le Dr James Croll, bien connu par ses recherches sur la Physique du globe, a publié dernièrement d'intéressantes remarques sur la cause des neiges perpétuelles. D'après M. Croll, si la neige ne fond pas sur les hautes mon-

tagnes, mais y demeure d'une manière permanente, c'est que la chaleur solaire, aux altitudes élevées, retourne très rapidement dans les espaces stellaires par suite du rayonnement et de la réflexion. Le Soleil ne parvient pas à échauffer suffisamment la neige pour l'amener au point de fusion; la neige s'évapore, mais elle ne fond pas. Les sommets des monts Himalayas, par exemple, reçoivent dix fois plus de chaleur qu'il n'en faudrait pour faire fondre toute la neige qui tombe sur eux, et cependant cette neige ne disparaît pas. Malgré la grande sécheresse de l'air dans les régions atmosphériques où percent ces sommets, l'évaporation est également impuissante à amener la disparition de ces neiges. A de moindres élévations, où les chutes de neiges sont probablement plus abondantes et la quantité de chaleur directement reçue du Soleil notablement plus faible, la neige fond cependant et il n'en reste pas de traces; M. Croll attribue ces résultats contradictoires à l'influence de la vapeur d'eau. A de grandes élévations dans l'atmosphère, l'air est sec et permet à la chaleur rayonnée par la neige de retourner dans l'espace, mais à de faibles hauteurs une grande partie de cette chaleur de rayonnement est absorbée par la vapeur aqueuse mélangée à l'air. Une notable quantité de chaleur provenant de cette absorption est ensuite renvoyée sur la neige, qui à son tour en retient une certaine partie. Il en résulte que la chaleur s'accumule ainsi dans la neige jusqu'à ce que celle-ci arrive à fondre. Si la proportion de vapeur aqueuse que renferme l'atmosphère inférieure venait à diminuer sensiblement, des neiges perpétuelles couvriraient toute la surface solide de notre globe. La grande accumulation de neiges et de glaces que l'on observe actuellement au Groënland et sur le continent antarctique peut être attribuée à la même cause. Ces contrées sont entièrement couvertes de neige et de glace, non par suite de chutes de neige considérables, mais par suite de la minime quantité qui retourne à l'état liquide ou qui s'évapore; et si cette neige ne fond pas davantage, ce n'est pas au manque de chaleur qu'il faut attribuer le fait, mais bien à la sécheresse de l'air.

En des points comme Fuego et San Georgia, où la quantité de neige reçue par le sol est considérable, les neiges et les glaces perpétuelles sont dues à des causes différentes. La partie supérieure des nuages et des épais brouillards qui couvrent généralement ces points fait office de réflecteur pour les rayons solaires qui tombent sur elle, et qui sont, de la sorte, renvoyés dans l'espace; en outre, plus de la moitié de la chaleur absorbée par ces nuages ou ces brouillards est également rayonnée vers les régions stellaires. La quantité de chaleur relativement petite qui arrive jusqu'au sol est insuffisante à produire la fonte des neiges accumulées pendant l'hiver.

Progrès de la Télégraphie.

La station télégraphique la plus boréale du monde est celle de Gjesvor, en Norvège, qui se trouve placée sur le 71e parallèle. Il reste donc encore 19° à parcourir pour que l'électricité attaque le pôle boréal, où les nations de l'avenir sauront incontestablement établir une station télégraphique des plus utiles pour les grands besoins scientifiques de l'espèce humaine.

La station la plus méridionale du réseau français est actuellement Laghouat, de sorte que la Météorologie officielle pourrait s'étendre en latitude sur une longueur de 43°. Cette distance sera portée à environ 47° quand la ligne d'Elgobat à Laghouat sera elle-même ouverte. Dans quelques années, la jonction du Sénégal avec notre grande dépendance africaine la portera à 59°, la latitude de Saint-Louis étant de 16°.

On sait que par la ligne sous-marine d'Orient le système télégraphique européen se rattache, d'une part, avec les lignes égyptiennes, de l'autre avec la ligne sous-marine de Zanzibar à Natal et au Cap. Cette dernière station étant par 34° de latitude australe, l'étendue totale du réseau actuel est en réalité de 105°.

La différence en temps de l'Observatoire du Cap et de l'Observatoire de Paris est à peine d'une heure; elle est encore moins considérable entre cette ville et l'extrémité septentrionale du réseau, de sorte que la majeure partie des observations peuvent être faites dans des conditions comparables quant à l'heure du jour, circonstance précieuse pour la découverte des grandes lois générales de la Météorologie comparée.

Quant à la ligne d'Égypte, elle s'étend tous les jours dans l'intérieur, et, si nos souvenirs ne nous trompent point, elle pénètre jusqu'aux grands lacs de l'Afrique centrale, dans les eaux desquels la civilisation européenne a déjà fait son apparition sous la forme des steamers Stanley.

(*L'Électricité.*)

M. **Mousseron**, membre de l'Association, a adressé au Conseil une Note sur les différents calorifères et sur le poêle mobile sans tuyaux dont il est l'inventeur. Un Rapport très détaillé de M. Triboulet sur ces appareils a été inséré précédemment dans notre *Bulletin hebdomadaire* (*voir* le n° **511**.)

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

6 DÉCEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 36.

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

A LA SORBONNE.

Léonard de Vinci; par M. **Charles Blanc**, membre de l'Institut. Compte rendu par M. Henri Grignet.

L'étude des maîtres de la Peinture italienne est un des sujets les plus intéressants que puisse traiter un conférencier, à ce qu'assure M. Charles Blanc, que nous ne contredirons en aucune façon; mais, ajoute-t-il, comment choisir, d'une part, entre ceux qui, plus qu'ailleurs, ont élevé l'art à son maximum d'expression en lui donnant ce prestige incomparable : la grâce ? Les limites étroites d'une veillée artistique pourraient-elles permettre, d'autre part, d'aborder, ne fût-ce qu'en l'effleurant, l'ensemble des travaux accomplis par Léonard de Vinci, Raphaël, Michel-Ange, le Titien, le Corrège, Paul Véronèse et tant d'autres ?

Si M. Charles Blanc, sans vouloir établir aucune prééminence entre ces grands artistes, croit devoir s'arrêter plus spécialement sur Léonard de Vinci, c'est que celui-ci les a tous précédés, en sorte qu'on peut dire que ce génie original et multiple, initiateur souverain de la Peinture renouvelée, fut le dernier des précurseurs et le premier des grands maîtres.

Léonard naquit, en 1452, au château de Vinci, dans le Val d'Arno, près de Florence. Il était fils naturel de Ser Piero d'Antonio da Vinci, notaire de la république, qui le fit élever sous ses yeux, avec le consentement successif de ses femmes légitimes, et le reconnut en 1511.

Jamais homme ne vint au monde avec des facultés plus diverses et plus puissantes. Agile, adroit, robuste, il n'avait pas son égal dans les exercices du corps. Gracieux à la danse,

de première force à l'escrime, il domptait et montait les chevaux les plus fougueux. Sa vigueur était telle, qu'il tordait le battant d'une cloche ou ployait en deux un fer à cheval facilement. Aussi bien doué au moral qu'au physique, il fit dans toutes les sciences de son temps une trouée lumineuse; mais, par suite de cette variété d'aptitudes, il se lassait vite d'une étude, prompt à tourner sur d'autres points sa bouillante activité.

Voulant encourager des dispositions aussi précoces qu'extraordinaires, Ser Piero da Vinci obtint d'Andrea Verocchio, à la fois peintre, sculpteur, architecte, et des meilleurs, qu'il prît Léonard sous sa direction. Par suite de la communauté de leurs sentiments, le maître et l'élève conçurent l'un pour l'autre la plus vive amitié et, en Peinture notamment, devinrent bientôt collaborateurs. Chargé par les moines de la Valombreuse d'exécuter un *Baptême du Christ,* Andréa n'hésita pas à s'adjoindre son élève et à lui confier le portrait d'un des deux anges, parrains du Sauveur. La figure que peignit Léonard était une création si nouvelle, si pleine de charme, que Verocchio ne put s'empêcher de reconnaître qu'elle l'emportait sur les autres personnages du tableau. De ce jour, il ne voulut plus toucher à un pinceau, désespéré de voir

Qu'un enfant né d'hier en savait plus que lui.

Léonard n'en tira pas vanité. Les sentiments mesquins ne tenaient aucune place dans son âme. Tout en donnant une partie de son temps au plaisir, une autre au travail, il montrait, avec l'exquise délicatesse d'un caractère aimable et ouvert, la majestueuse prestance d'un maître mûri avant l'heure. De chaque divertissement, d'ailleurs, il tirait des résultats utiles. S'il maniait l'épée en gentilhomme, il en profitait pour composer un Traité d'escrime à l'usage des jeunes nobles. En étudiant à fond l'équitation, il apprit à connaître, pour les reproduire comme peintre et comme sculpteur, les formes, les mouvements, l'anatomie du cheval, et pour écrire sur cet animal un Traité dont il faut déplorer la perte.

Homme du monde et d'étude, il excellait dans un grand nombre d'arts, de métiers même. Luthier, poète, sculpteur, peintre, mécanicien, architecte, physicien, naturaliste et hydraulicien, il fit nombre de découvertes dont la Science devait s'enrichir par la suite. On reste confondu en voyant le même homme combiner des mécanismes qui rivaliseraient avec nos *trucs* de féerie les plus extraordinaires, imaginer des pompes à épuisement, jeter le plan d'une canalisation de l'Arno, deviner, près de trois siècles avant Lavoisier, le véritable rôle de l'air dans la combustion et la respiration (1),

(1) « Le feu, disait-il, consomme sans cesse l'air, et aucun animal, ni terrestre ni aérien, ne peut vivre dans de l'air qui n'est plus propre à entre-

inventer une viole remarquable qu'il ornait d'une tête de cheval en argent sculpté, faire d'une grossière rondache de paysan, et comme par manière de jeu, un chef-d'œuvre, véritable trompe-l'œil d'horreur réaliste, et tout cela sans rougir de dessiner sans cesse d'après nature les types les plus élégants comme les plus disgraciés de la nature. Il prenait note de la laideur, parce qu'il y voyait le revers de la beauté. C'est dans ce but qu'il cherchait à faire rire, aux récits bouffons qu'il leur faisait, de simples campagnards, ou encore que, suivant les malheureux que l'on conduisait au supplice, il observait les changements que les tortures ou la crainte de la mort apportaient à leur physionomie, convulsée ou insensibilisée par la terreur même. En pareille circonstance, il devait certes faire violence à son caractère. Un trait, sous le rapport de la bonté, suffit à le peindre : on raconte qu'il lui arrivait quelquefois, en passant par le marché aux oiseaux, d'acheter tous ceux qu'il pouvait payer, pour avoir le plaisir de leur rendre la liberté.

Ce génie universel a laissé des œuvres considérables, que le hasard a disséminées. Des volumes, des cartons entiers sont remplis de ses dessins. Il s'en trouve à Paris (M. Thiers en possédait un), à Londres, à Vienne, à la Bibliothèque Ambrosienne de Milan, à l'Académie de Venise. Parmi les plus riches collections, on doit compter celles du Louvre et de la bibliothèque de l'Institut. Le soin de réunir et de publier ces documents artistiques a été confié à M. Ravaisson-Mollien, qui a mené à bonne fin cette besogne éminemment utile, dont l'accomplissement exigeait une patience et une sagacité rares. Il ne s'agissait pas seulement de rassembler des dessins, mais aussi de traduire, après l'avoir rétabli, le texte des œuvres écrites de Léonard, texte presque indéchiffrable, car, par une singularité qui s'expliquerait davantage chez Michel-Ange, qui était gaucher, le peintre de la *Joconde* écrivait de *droite à gauche,* à la façon des Orientaux.

L'intérêt d'une semblable publication résulte du soin extrême avec lequel était rendue chacune des conceptions d'un maître qui estimait que, jusque dans les taches des vieux murs, dans les jaspures des pierres, il était possible de trouver des motifs inattendus, un choix heureux de lignes et de formes. Avant d'arriver à l'ordonnance définitive d'une de ses compositions magistrales, que d'ébauches, de dessins, qui révèlent la sincérité de l'artiste, ses hésitations, ses études approfondies ! Le savant professeur génois Marco Antonio della Torre lui avait enseigné l'Anatomie, et Léonard écrivit même sur cette science un Traité dont il ne reste plus que quelques planches.

---

tenir la flamme. » Conf. MILNE EDWARDS, *Leçons de Physiologie* (*Respiration*), p. 377 et 378.

Pendant que le professeur, tout à sa démonstration, disséquait chaque membre, l'élève les dessinait au crayon rouge. Peut-être songea-t-il dès lors à ce dessin, excentrique et sublime, dans lequel il devait représenter un combat de chevaux montés par des écorchés.

Quoi qu'il en soit, il y a dans les œuvres de Léonard de l'analyse et de la synthèse. On y reconnaît l'interprétation la plus haute de la vérité individuelle comme de la vérité typique. On sent que l'artiste a courtisé la nature pour la dominer, *serviliter pro dominatione,* rendant justice, sans le savoir, à ce mot de Bacon : « L'Art est l'homme ajouté à la nature. » Au reste, suivant M. Blanc, il y a, dans le domaine de la Peinture, deux génies différents qui se disputent l'empire : le génie tudesque et le génie latin, représentés l'un par Albert Durer, l'autre par Raphaël. Le premier, voué à l'analyse, rend les détails à merveille, mais se perd dans la recherche des vérités particulières; l'ensemble lui échappe; « les arbres l'ont empêché de voir la forêt ». Le second va droit aux vérités générales, étudie le modèle dans son ensemble et a tout dit dans une esquisse que nous prenons pour une ébauche. Léonard de Vinci résume ces deux génies, c'est-à-dire le panthéisme éclos en Germanie après avoir germé au fond de l'Asie, et ce penchant à l'unité, à la clarté, qui est le propre de la race latine. Il conçoit de plus la poésie du clair-obscur et en tire de puissants effets, au point de vue de ce qui est l'essence même de l'art, l'idéalisme. Ce n'est pas qu'il dédaigne le réel. Il s'attache au contraire à chaque caractère de beauté, et, persuadé que pour trouver *assez* d'expression il faut porter son étude là où il y en a *trop,* il tourne ses regards vers la caricature, puis, écartant le grotesque, trouve mieux que ses devanciers ce qu'il cherche surtout : l'expressif.

C'est vers 1483 que Léonard de Vinci se rendit à Milan auprès de Ludovic Sforza. La lettre qu'il avait adressée à ce prince est curieuse à plus d'un titre. Il ne s'y proposait pas seulement comme musicien (son talent sur la lyre étant de notoriété), mais comme ingénieur militaire et hydrographe, comme inventeur de bombes, de balistes, de pontons, de navires cuirassés et d'engins pour l'attaque et la défense des places. Il ne parle de ses connaissances en Architecture, en Statuaire et en Peinture que pour mémoire, pour ainsi dire, assurant toutefois que, si le prince le désire, il pourra faire sa statue en bronze, *aussi bien que qui que ce soit.* Lorsque quelqu'un se targue d'autant de mérites à la fois, on peut être certain qu'on se trouve en présence d'un fou ou d'un grand homme; mais, si de pareilles prétentions sont justifiées et au delà, cette fière assurance n'est que la franchise d'une grande âme qui ne descend pas à l'hypocrisie de l'humilité.

Ce Ludovic Sforza, plus connu sous le nom de Louis le More, avait pour neveu et pupille Jean Galéas, dont il convoitait l'héritage. Ne pouvant l'empoisonner aussitôt qu'il l'aurait voulu, il fit périr son ministre Simonetta, probablement pour se faire la main. Ce sont là jeux de prince, dit M. Charles Blanc. En ce temps-là, cela se passait couramment. Mais, s'il n'avait guère de scrupules, Louis le More n'était pas inaccessible aux remords, et il s'efforçait d'y échapper par les distractions et cette gloire qui rejaillit sur un trône entouré de gens illustres. Il accueillit avec joie Léonard et lui commanda des travaux de toute espèce. Ce fut d'abord le portrait du prince, celui d'une de ses maîtresses, Cecilia Gallerani, et d'une autre nommée Lucrezia Grivelli, que Louis affichait impudemment, bien qu'elle appartînt, comme la première, à une des plus nobles familles du Milanais. Selon toute apparence, le portrait de cette femme charmante est celui que nous possédons au Louvre, et que l'on a longtemps appelé *la belle Ferronnière.* En dépit des desseins secrets de son ambition, Louis le More dut voir grandir son neveu et consentir à son mariage avec Isabelle d'Aragon. Ordonné par Léonard, le cérémonial des noces fut splendide. A l'aide d'un mécanisme ingénieux et compliqué, l'éminent artiste, dans sa représentation du *Paradis,* figura les sept planètes alors connues, en leur imprimant des mouvements conformes aux révolutions de ces astres dans la Mécanique céleste. Inventer des machines était du reste un jeu pour Léonard. Ne fit-il pas transporter la fameuse relique de saint Clou sous la nef du dôme de Milan, où elle est encore ? Après les noces de Jean Galéas vinrent celles de Louis le More avec Béatrix d'Este, et ce fut encore Léonard qui dirigea les spectacles et les fêtes. C'est pour cette Béatrix que *maestro Leonardo* distribua et orna de peintures les appartements du chateau de la Rocca, dont le jardin contenait, au milieu de labyrinthes, un pavillon de bains d'une somptuosité rare. Léonard n'avait même pas dédaigné de dessiner les clefs dont on se servait pour ouvrir les robinets des baignoires. Bien qu'occupé tantôt à régler le spectacle d'une joûte, tantôt à peindre une *Nativité,* tableau d'autel que Ludovic Sforza destinait à l'empereur Maximilien et qui a disparu, Léonard n'en continuait pas moins les études d'un projet de canalisation de la Martezana, de Trezzo à Milan. Entre temps, sur le désir de Louis le More, une célèbre Académie, *Accademia Leonardi Vinci,* la première institution italienne de ce genre, se fondait et devenait une pépinière de maîtres. Le fondateur et le directeur de cette École avait composé pour ses élèves, auxquels il s'attacha sans réserve, des Traités sur *la perspective,* sur *la lumière et l'ombre,* sur *les mouvements de l'homme,* sur *le vol des oiseaux,* sur *l'anatomie du cheval.* Quant au

Traité de la Peinture, s'il est mal connu, c'est qu'il n'a pas vu le jour, par le fait de l'auteur, et qu'on ne peut le juger sur les « débris décharnés » que nous en ont transmis ses disciples.

Louis le More avait depuis longtemps conçu le dessein d'élever une statue équestre à la mémoire de son père, Francesco Sforza. L'exécution en fut confiée à Léonard, qui préluda à la réalisation de ce projet par des études innombrables, capables d'enrichir un Traité d'Hippiatrique. Quel fut le modèle auquel il donna la préférence? C'est ce qu'on ne sait qu'imparfaitement. Paul Jove, son contemporain, fait mention, dans une brève Notice, du fameux *cheval*, qu'il avait vu dans sa jeunesse et qui, dit-il, paraissait *animé, haletant*.... Quoi qu'il en soit, c'est en 1493 qu'après bien des tâtonnements, bien des changements, fut terminée la statue colossale de Sforza. Elle ne fut jamais coulée en bronze, et c'est ce qui fut cause de son anéantissement. En 1500, en effet, lors de l'envahissement du Milanais par l'armée française, quelques arbalétriers gascons, la prenant pour cible, détruisirent en quelques heures un chef-d'œuvre dont la reconstruction idéale occupe encore tant d'esprits et que l'artiste italien avait mis plusieurs années à concevoir avant d'y mettre la dernière main. Et voilà pourquoi, comme le fait observer à ce propos M. Charles Blanc, le mal qu'il faut combattre par tous les moyens, à quelque parti, à quelque croyance qu'on appartienne, c'est l'ignorance. Il faut augmenter le budget de l'instruction publique, pour que, si nous faisons encore la guerre, ce ne soit plus en vandales.

Savonarole ne s'était pas trompé lorsque, dans son exaltation prophétique, il menaçait sa patrie des fureurs des barbares. L'ignorance entraîne d'ailleurs ou le fanatisme ou l'indifférence, et l'Art a tout à craindre d'elle. Dans l'Orient, ce que l'antiquité nous avait légué de plus précieux périt sous les coups des iconoclastes. Au monastère de Santa-Maria delle Grazie, les moines laissent se détériorer cette merveilleuse *Cène*, tant de fois citée et reproduite. François Ier conçut l'idée de la faire transporter en France. Plût à Dieu que cette pensée eût été suivie d'effet! En 1652, les dominicains n'hésitèrent pas à couper les jambes du Christ et de ses disciples les plus voisins, pour agrandir la porte de leur réfectoire. Napoléon Bonaparte essaya bien d'arrêter des profanations qui rendaient imminente la destruction de la fresque : les nécessités de la guerre rendirent ses préoccupations inutiles. Les infiltrations des eaux, les insultes de la soldatesque et, depuis, les atteintes des visiteurs ont achevé presque d'anéantir ce que Prud'hon appelait le *premier tableau du monde*.

Pour apprécier toute l'étendue de cette perte, il faut lire, dans l'*Histoire des peintres* (1) de M. Charles Blanc (n°s 43 à 47

(1) Chez Mme Vve Jules Renouard, libraire-éditeur, 6, rue de Tournon, Paris.

de l'école italienne), une intéressante et instructive monographie sur Léonard de Vinci, qui complète admirablement la présente conférence. Nous lui avons fait du reste plus d'un emprunt. On y verra après quelles études, quelles longues, méditations, quels soins scrupuleux le grand artiste florentin se crut seulement en mesure de figurer les traits du Sauveur, ceux des douze apôtres, et de représenter notamment ce visage de Judas Iscariote, qui devait rester le type le plus frappant de la scélératesse.

Pendant les troubles dont souffrit le Milanais après la mort de Jean Galéas, Léonard de Vinci retourna à Florence, y retrouva d'anciens amis et, se mettant de suite à l'œuvre, fit un carton qui peut passer pour une variante de la fameuse *Sainte Anne* du Musée du Louvre. Peu après, il entreprit le portrait si connu en France sous le nom de la *Joconde,* en Italie sous celui du bon George, *el buon Giorgino,* et dont Vasari a dit que c'était « une merveille, une chose plus divine qu'humaine ».

Un moment attaché à la fortune de César Borgia, il fit, dans la Romagne, diverses excursions qui ne furent pas sans profit pour la Science et pour l'Art, puis revint dans sa ville natale. A cette époque se passa un des épisodes les plus curieux de sa vie, et non des moins glorieux, la lutte qu'à l'incitation des Florentins il engagea avec Michel-Ange, plus jeune que lui de trente-trois ans. Il s'agissait d'orner la salle du Conseil de la république à l'aide de peintures rappelant la Bataille d'Anghiari, dont le souvenir flattait l'orgueil de Florence, bien qu'elle n'eût coûté à cette ville, non plus qu'à Pise, sa rivale, la perte d'aucun homme; mais, tandis que Léonard de Vinci, prenant pour sujet le point culminant d'une action guerrière, une lutte acharnée autour du drapeau, symbole de l'armée et de la cité, Michel-Ange ne vit, dans le thème de la défaite des Pisans, qu'un prétexte opportun pour montrer la figure humaine en mouvement, pour dessiner des soldats se baignant dans un fleuve et troublés dans leurs jeux par l'appel soudain du clairon.

Quoi qu'il en soit, le *Combat de cavaliers* de Léonard et les *Baigneurs* de son émule devinrent la commune école des peintres de l'Italie. Les habitants de la ville des Médicis se gardèrent bien, d'ailleurs, de déclarer qu'un des deux artistes l'avait emporté sur l'autre : ils avaient bien trop d'esprit pour cela.

En 1507, Léonard, dont la renommée allait croissant, reçut de Louis XII le titre de peintre du roi de France. Deux ans après, selon toute apparence, il était chargé d'ordonner les fêtes qui eurent lieu à l'occasion de l'entrée, dans Milan, du vainqueur d'Agnadel. En 1514, présenté au pape Léon X, qui ne sut pas l'apprécier, Léonard ne resta guère à Rome que le

temps nécessaire pour peindre une Madone avec son fils, puis un petit enfant plein de grâce. L'année suivante, il laissait la place libre à Raphaël et à Michel-Ange, comme si l'Italie eût été trop petite pour trois hommes de génie, et il se décidait à suivre en France François I[er], qui lui donna pour résidence le château de Cloux, près d'Amboise, avec 700 écus de pension. Vieilli, fatigué, malade, un peu désabusé de la gloire, il ne s'occupa plus que de projets de canalisation et mourut, le 2 mai 1519, à l'âge de soixante-sept ans. Suivant une légende, le roi de France pleura en apprenant sa mort.

En résumé, cet homme, qui inventa comme musicien une nouvelle lyre, comme ingénieur tout un système de canalisation, comme physicien la chambre obscure et un canon à vapeur, ce génie instinctif, qui, longtemps avant les géologues, conçut l'idée que les continents avaient dû être jadis recouverts par les eaux, fut peut-être en même temps le plus grand des artistes. Le mélange des qualités opposées dont était doué son esprit en fait un être à la fois brillant et mystérieux qui échappe à l'analyse. Dessinateur incomparable, il allie de plus la hauteur de Michel-Ange et la grâce de Raphaël à la douceur du Corrège. Il trouve dans le clair-obscur, cette poésie de la Peinture, le moyen de peindre l'âme et les choses d'ordre divin, d'exprimer les profondeurs comme la réalité, d'être exact et sublime tout ensemble. Dans cette puissante organisation se mêlent au génie antique, calme et clair, des sentiments modernes essentiellement humains, la mélancolie, la tendresse, l'inquiétude, en un mot, comme dit M. Charles Blanc, les ombres du cœur.

NOTE SUR LA PAPAÏNE. NOUVELLE CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DES FERMENTS SOLUBLES; par M. **Ad. Wurtz.**

Dans le n° 619 du *Bulletin hebdomadaire* (14 septembre 1879), nous avons rendu compte des recherches de M. Wurtz sur un nouveau ferment digestif extrait de la plante appelée *Carica papaya*. Dans la séance du 15 novembre de la présente année, ce chimiste a présenté à l'Académie des Sciences un nouveau travail sur le même sujet, et les résultats auxquels il est arrivé sont de nature à jeter beaucoup de lumière sur le mode d'action des ferments solubles en général. Nos lecteurs en jugeront par les extraits suivants :

« J'ai établi il y a quelque temps, dit M. Wurtz, que, par sa composition et ses propriétés chimiques, la papaïne, ferment soluble du *Carica papaya,* se rapproche des matières albuminoïdes. Ayant continué mes recherches sur cette substance, je suis en mesure aujourd'hui de donner quelques détails sur son pouvoir digestif et d'émettre une idée sur son mode d'action.

Pour apprécier l'énergie de son pouvoir digestif, on a opéré sur un produit qui avait été purifié par le sous-acétate de plomb et dont l'analyse a été communiquée antérieurement.

» Dans une expérience, on a fait digérer, avec 0^{gr},1 de cette papaïne, 100^{gr} de fibrine humide délayés dans 500^{cc} d'eau distillée additionnée de quelques gouttes d'acide prussique. Au bout de trente-six heures on a filtré, et l'on a recueilli un résidu insoluble de dyspeptone pesant 2^{gr},5 à l'état sec. La solution peptonique qui précipitait par l'acide nitrique ayant été additionnée de 500^{gr} d'alcool, on a obtenu un abondant précipité de parapeptone qui pesait après dessiccation 8^{gr},9. La solution alcoolique a laissé après l'évaporation et la dessiccation un résidu qui pesait 10^{gr},3 et qui avait bruni. Ce résidu ayant été repris par l'eau, la solution n'a plus donné de précipité par l'acide nitrique; évaporée, elle a laissé un sirop fortement coloré en brun et qui a laissé déposer des cristaux; ceux-ci ont été essorés et purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau, avec addition de charbon animal. On a obtenu ainsi une matière blanche cristallisée en lamelles et offrant l'aspect de la leucine.

» Il résulte de cette expérience que la papaïne avait dissous mille fois son poids de fibrine humide, dont la plus grande partie a été transformée en peptone non précipitable par l'acide nitrique, et que, par suite d'une hydratation complète de la fibrine, il s'est même formé une petite quantité d'un corps amidé cristallisable. On sait qu'il en est de même dans les bonnes digestions pepsiniques.

» Dans une autre expérience, 0^{gr},05 de la même papaïne ont fluidifié 100^{gr}, c'est-à-dire deux mille fois leur poids, de fibrine humide, sauf un résidu de dyspeptone pesant 4^{gr},2 après dessiccation. On fait d'ailleurs remarquer qu'à cette dyspeptone sont toujours mélangés divers débris, tels que poils, pailles, etc.

» L'énergie de cette action digestive m'a porté à penser qu'à la longue le ferment, étant de nature albuminoïde, pourrait opérer sur lui-même, de façon à s'hydrater. L'expérience a vérifié cette prévision.

» Lorsqu'on abandonne pendant plusieurs semaines en tube scellé, à 50°, une solution aqueuse de papaïne, elle se trouble légèrement et renferme alors en dissolution un produit plus hydraté que la papaïne primitive.

» Par la seule digestion avec de l'eau à 50°, la composition de la papaïne s'est modifiée de telle sorte, que le carbone y a baissé de 2 pour 100.

» Je mentionnerai, en terminant, d'autres expériences qui jetteront peut-être quelque jour sur le mode d'action de la papaïne.

» 0^{gr},3 de papaïne ayant été dissous dans 50^{cc} d'eau, on a fait digérer dans cette solution 10^{gr} de fibrine. Au bout de vingt

minutes, on a exprimé la liqueur et on a soumis la fibrine à des lavages longtemps prolongés à l'eau froide. Dans la liqueur obtenue par expression de la fibrine, on a fait digérer une nouvelle portion de fibrine (15^{gr}), et au bout d'une demi-heure on a exprimé cette seconde portion de fibrine, qui a été lavée comme la première.

» L'une et l'autre portion (la première réduite à 7^{gr} par un commencement de digestion, la seconde à 14^{gr}) ont été digérées, à 40°, avec de l'*eau pure;* l'une et l'autre se sont dissoutes, la seconde laissant un résidu de 4^{gr} de dyspeptone humide.

» Dans ces deux expériences, les lavages avaient certainement éloigné le ferment dissous, et la fibrine lavée n'a pu être dissoute que par l'action d'une portion du ferment fixée sur elle, peut-être combinée avec elle. J'ajoute que l'eau pure, qui avait ainsi dissous de la fibrine impressionnée par la papaïne, a exercé une action digestive manifeste sur de la fibrine fraîche mise en contact avec elle. Le ferment fixé sur la fibrine à l'état insoluble s'est donc redissous par suite de l'hydratation de la fibrine.

» On pouvait objecter que ce ferment est retenu par la fibrine, en raison de la difficulté de faire pénétrer l'eau pure dans l'épaisseur des flocons. Pour répondre à cette objection on a fait l'expérience suivante.

» 17^{gr} de fibrine ont été divisés aussi finement que possible à l'aide de ciseaux, puis mis en contact pendant dix minutes à la température ordinaire avec une solution faible de papaïne, puis exprimés et lavés pendant une demi-heure sous un fort filet d'eau, enfin dix fois de suite, et avec expression, avec de l'eau distillée. La dernière eau de lavage, mise en contact, à 40°, avec de la fibrine n'a pas dissous du jour au lendemain la moindre trace de cette substance.

» La fibrine ainsi impressionnée et lavée a été mise en digestion à 40° avec 75^{cc} d'eau pure. Le lendemain, la dissolution était complète, sauf un résidu, $0^{gr},17$, de dyspeptone sèche.

» Il est donc établi que la papaïne commence par se fixer sur la fibrine et que le produit insoluble, peut-être combinaison de fibrine et de papaïne, donne par l'action de l'eau les produits solubles de l'hydratation de la fibrine, en même temps que le ferment, redevenu libre, peut exercer son action sur une nouvelle portion de fibrine.

» Cette action se trouverait ainsi ramenée à celle des agents chimiques proprement dits, l'acide sulfurique par exemple, dont de faibles quantités peuvent exercer une action hydratante, par suite de la formation éphémère de combinaisons qui se font et se défont sans cesse. »

LES TACHES SOLAIRES, LEUR NATURE, LEUR FORMATION ET LEUR DISPARITION; par M. le colonel **Gazan**.

L'année dernière, dans les n°s 608 et 612 du *Bulletin*, nous avons rendu compte d'une discussion survenue entre M. Faye et M. Gazan au sujet de la nature des taches du Soleil. Dans une publication nouvelle que ce dernier savant vient de faire paraître à Antibes, celui-ci expose d'une manière plus complète ses vues concernant les causes de ces phénomènes.

« Tout le monde, dit l'auteur de ce Mémoire, admet que le Soleil est le résultat de la condensation d'une immense nébuleuse par l'effet du refroidissement, lequel continue et doit amener son extinction.

» L'analyse spectrale, en démontrant que les éléments dont il est formé sont les mêmes que ceux de notre Terre, est venue à l'appui de ce que nous avons dit dès 1866, savoir : que le Soleil n'est qu'une grosse Terre en voie de se refroidir, comme elle, en passant par les mêmes phases, et qu'il est aujourd'hui composé d'un corps, ou noyau, de matières en fusion, qui donnent continuellement naissance à des vapeurs minérales, à des gaz, et particulièrement à l'hydrogène. Ces matières sont contenues dans une enveloppe solide, mais pas encore suffisamment résistante aux efforts expansifs qu'elle éprouve de l'intérieur. Cette enveloppe, ou croûte solide analogue à celle que nous habitons sur la Terre, est surmontée d'une couche, à laquelle nous avons donné le nom de *pastosphère*, pâteuse à sa partie inférieure, liquide et lumineuse à sa partie supérieure, qui forme la surface du disque solaire, et sur laquelle repose une atmosphère immense composée de couches de vapeurs minérales, de gaz, de vapeurs d'eau à l'état de dissociation et d'hydrogène, superposées d'après l'ordre de leurs densités, c'est-à-dire les vapeurs minérales formant les couches inférieures et l'hydrogène la couche supérieure extrême de l'atmosphère du Soleil.

» La croûte intérieure solide, avons-nous dit, n'a pas encore acquis dans toutes ses parties l'épaisseur convenable pour résister aux efforts expansifs des matières du noyau; par conséquent, elle est susceptible d'être brisée, et ses fragments, violemment lancés vers la surface du disque, viennent y former les taches. »

M. Gazan présente ensuite les divers faits sur lesquels il base sa théorie et en discute la signification; mais l'espace nous manquerait ici pour le suivre dans cette partie de son travail, et, pour plus de renseignements à ce sujet, nous nous bornerons à renvoyer nos lecteurs à la Brochure dont nous venons d'annoncer la publication, et dont on peut se procurer des exemplaires à la librairie Gauthier-Villars.

Tremblement de terre en Autriche.

Le 9 novembre 1880, vers 7^h45^m du matin, Vienne ressentait une légère secousse de tremblement de terre, allant de l'ouest à l'est; l'oscillation terrestre partait de la péninsule des Balkans par la Dalmatie, l'Istrie, la Carinthie, la Styrie, la basse Autriche, la Hongrie occidentale, et arrivait au Danube. Le centre du mouvement était, on le présume, en Croatie, près d'Agram. L'oscillation a duré dix secondes; elle était circulaire. Au bout de cinq minutes, puis au bout d'une demi-heure, le phénomène s'est reproduit avec un bruit formidable. Agram a été cruellement éprouvé. Presque toutes les maisons sont endommagées, beaucoup de personnes ont été blessées; la ville offre l'image de la désolation.

Un nouveau tremblement de terre a eu lieu à Agram le 11 du même mois, à 11^h25^m; il avait été précédé la veille par cinq légères secousses.

On a constaté la dégradation de cinq cents maisons, toutes devenues inhabitables. On compte trente personnes blessées plus ou moins grièvement.

Musée Berthoud a Douai.

Dans un Rapport adressé au Ministre de l'Instruction publique et inséré dans le *Bulletin* n° 30 du 24 octobre, page 59, le musée anthropologique de la ville de Douai a été signalé comme ayant été fondé par M. Jouard. Les collections de ce voyageur en font partie, mais le fondateur de ce bel établissement, qui date de 1872, est M. J.-Henri Berthoud.

Nous nous empressons de rectifier l'erreur commise par le rapporteur et de rappeler que le musée porte le nom de ce dernier savant.

L'Association a reçu de M. E. Cotteau un Volume qu'il vient de faire paraître chez l'éditeur Charpentier et ayant pour titre : *Promenades dans les deux Amériques*, 1876-1877.

M. le baron d'Espiard de Colonge adresse un opuscule intitulé : *Les États-Unis en* 1781 ; M. Ollendorf, éditeur.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

12 DÉCEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 37.

Esquisse de l'ethnographie de la France, lue dans la séance publique annuelle des cinq Académies, par M. E. Levasseur, de l'Académie des Sciences morales et politiques.

Il y a vingt-cinq ans, l'étude des premières populations de la France reposait encore entièrement sur les textes de l'antiquité; l'hypothèse jouait un grand rôle dans l'histoire de nos origines.

Aujourd'hui l'homme fossile a été étudié et les monuments des âges primitifs ont été interrogés. Les découvertes apportent chaque jour des matériaux nouveaux pour refaire cette étude, dont elles ont reculé le commencement de plusieurs milliers d'années, en révélant l'existence des populations préhistoriques. C'est le premier chapitre de l'histoire de l'humanité, celui qui précède le livre et la tradition; il est loin d'être complet et l'hypothèse n'a cessé d'y jouer son rôle, quelquefois même un rôle plus hardi qu'autrefois.

Mais d'importants résultats ont déjà été acquis. Quelque sévère que soit un tel sujet dans une pareille solennité et quelque danger qu'encoure le lecteur, le danger d'ennuyer, le plus grand de tous, il nous a paru utile d'indiquer sommairement ici quel contingent peuvent fournir à l'œuvre commune de la reconstitution de nos origines nationales trois sciences qui relèvent de trois classes différentes de l'Institut, l'Anthropologie, l'Archéologie et l'Histoire.

Quoique les premiers restes de l'homme fossile aient été découverts dès le commencement du XVIIIe siècle, Cuvier, le fondateur de la Paléontologie, se refusait à s'aventurer sur le terrain de l'Anthropologie préhistorique; sans se prononcer d'une manière absolue, il ne croyait pas à la coexistence de l'homme et des animaux antédiluviens que son génie reconstruisait. Son opinion resta longtemps celle du monde savant. Les découvertes faites depuis l'année 1840 dans les terrains

d'alluvion de la vallée de la Somme par Boucher de Perthes ont été contestées pendant dix-huit ans avant de trouver crédit : aujourd'hui une sorte d'enthousiasme a succédé à l'indifférence.

L'homme a-t-il vécu dans les temps profondément reculés que les géologues désignent sous le nom de *période tertiaire?* C'est la première question qui se pose : elle est loin d'être résolue. On a trouvé des éclats de pierres fendues par le feu dans lesquels les uns croient voir des instruments fabriqués par une main intelligente et les autres ne voient qu'un résultat accidentel des forces de la nature; mais on s'accorde à reconnaître que les conditions du climat durant cette période n'étaient pas alors incompatibles avec la présence de l'homme. Pour affirmer son existence, il est prudent d'attendre des preuves plus concluantes.

Les géologues placent la fin de la période tertiaire au moment où notre continent avait reçu, d'une manière générale, sa configuration actuelle et ils désignent sous le nom de *période quaternaire* la longue série de siècles pendant laquelle les glaces et les eaux ont dessiné nos vallées et où les terrains de transport ont achevé de revêtir la croûte terrestre de sa dernière enveloppe.

L'existence de la race humaine pendant toute la durée de cette période n'est plus mise en doute. L'homme a certainement été le témoin des dernières révolutions géologiques; il a vu les volcans d'Auvergne en éruption, les glaciers couvrant des provinces entières, du sommet des Alpes jusqu'aux pieds des Cévennes; il a vu la Seine couler à pleins bords entre les deux lignes de coteaux qui bordent aujourd'hui sa riante vallée. Il a été successivement le contemporain d'animaux qui ont disparu, comme le mammouth, sorte d'éléphant velu, et le grand ours des cavernes, et d'animaux dont on ne retrouve plus le type générique que dans des pays plus chauds que le nôtre, comme le lion et l'hyène, ou dans des contrées plus froides, comme le renne. Il a subi la diversité des climats de ces temps qui, malgré les changements survenus dans la faune et dans le régime des glaciers, n'était peut-être pas aussi grande qu'on pourrait le supposer.

L'Anthropologie a commencé à déterminer le caractère physique des hommes qui ont vécu pendant cette période. Elle découvre en Gaule, avant les temps historiques, des races diverses dont les types sont encore pour la plupart imparfaitement définis. Deux d'entre elles ont particulièrement fixé son attention : l'une qu'un de nos confrères [1] a désignée sous le nom de *race de*

---

[1] M. de Quatrefages. Voir le grand ouvrage intitulé : *Crania ethnica*, dont il a commencé la collaboration avec M. Hamy, son disciple.

Canstadt, ayant la mâchoire très proéminente, le crâne allongé et déprimé, signe d'une intelligence peu développée; l'autre dite *race de Cro-Magnon*, remarquable par un crâne également allongé, mais beaucoup plus volumineux, par une stature très haute, par des membres robustes et bien proportionnés.

On trouve souvent ces types différents mêlés dans une même sépulture. Les races ne se détruisaient donc pas nécessairement les unes les autres. Les envahisseurs exterminaient quelquefois les vaincus; plus souvent sans doute ils se mêlaient à eux en épargnant les femmes et en réduisant les hommes en servitude; d'autres fois, ils vivaient ennemis ou alliés, dans des cantons voisins : la diversité subsistait. Parvenue à la fin de la période quaternaire et au seuil de l'Histoire, l'Anthropologie conclut en déclarant que le fonds ethnique de la Gaule était déjà à peu près tel qu'il a subsisté dans les âges suivants.

L'Archéologie, en classant et en comparant les armes et les outils, essaye, de son côté, de décrire la civilisation de ces peuples sans nom. Longtemps les instruments dont ils se servaient ont été fabriqués avec du silex taillé par éclats. Dans le principe, ces instruments étaient lourds et grossiers : tels sont ceux des anciens terrains quaternaires de la Somme, qui datent du temps où le mammouth et le rhinocéros paissaient dans nos marécages et qui est peut-être aussi celui où la race de Canstadt luttait péniblement contre ses redoutables ennemis avec ses haches massives de pierres taillées en forme d'amande. Plus tard, mais combien de siècles plus tard ? ils attestent une fabrication ingénieuse; les haches, les pointes de flèche, les couteaux de silex se trouvent même associés à des objets de corne ou d'ivoire, et sur l'ivoire apparaissent les premiers monuments de l'art humain : ce sont des gravures représentant les animaux de l'époque, entre autres le mammouth. N'y a-t-il pas quelque témérité à identifier cet âge du perfectionnement de la pierre taillée et celui où vivait la race chasseresse de Cro-Magnon ?

Les hommes de l'époque quaternaire, même les derniers, ne paraissent pas avoir eu l'art de se construire des demeures. C'est dans des cavernes qu'on retrouve leurs stations, leurs foyers, leurs sépultures : aussi des archéologues les ont désignés sous le nom de *Troglodytes*.

Les grands transports de terrain qui caractérisent la période quaternaire étaient à peu près terminés lorsque apparut la pierre polie. C'est un âge nouveau avec lequel peut-être a commencé dans nos contrées la vie pastorale, succédant à la vie du chasseur; l'homme fabrique des poteries et s'orne de colliers. Après une longue durée, cet âge fit place à celui du bronze. Le commerce introduisit d'abord en Gaule ce métal; les hommes s'en servirent concurremment avec les armes de

pierre; ils possédèrent une plus grande variété d'outils et d'ornements, et nous trouvons alors les premières traces d'agriculture. Puis enfin au bronze se mêle le fer : c'est encore un âge nouveau. Nous sommes entrés déjà depuis longtemps dans la période historique.

Ce progrès des arts est-il le résultat d'inventions successives dues aux mêmes races qui se perfectionnaient, ou est-il une importation faite par une race conquérante et plus civilisée?

On connaît les monuments nommés jadis *druidiques*, que la critique moderne, plus réservée, se contente d'appeler *mégalithiques*, c'est-à-dire faits de grandes pierres, et parmi lesquels les dolmens, ou allées couvertes de dalles et terminées par une chambre sépulcrale, sont les plus importants. Malgré l'action destructive du temps et des hommes, ils sont en très grand nombre dans la région qui s'étend de la Somme au nord jusqu'à la Garonne au sud et de l'Océan à l'ouest jusqu'au Rhône à l'est. Des archéologues y ont vu le cachet d'une population particulière que l'un d'eux (1) a nommée la *race* des *dolmens*. D'autres s'inscrivent en faux et prétendent que ces constructions n'indiquent pas un type humain, mais simplement un type architectural que des races et des civilisations diverses auraient successivement adopté pour la sépulture de leurs chefs.

Quoi qu'il en soit, les peuples qui élevaient de pareils monuments funéraires, et qui appartenaient sans doute encore en partie à la période préhistorique, n'étaient plus des sauvages, comme avaient dû l'être les Troglodytes. Ils bâtissaient des bourgades sur pilotis dans les lacs; ils déplaçaient des pierres énormes dont ils faisaient leurs monuments funéraires; ils avaient nos animaux domestiques, chien, cheval, bœuf, mouton, chèvre, porc; ils cultivaient le froment, l'orge et l'avoine; ils fabriquaient des poteries, sans faire encore usage du tour; ils tissaient le lin. On peut dire avec beaucoup de vraisemblance qu'ils avaient atteint un niveau supérieur à celui des Peaux-Rouges à l'époque de la découverte de l'Amérique ou des peuplades actuelles de l'Afrique australe. Il ne faut pourtant pas l'élever trop haut, ainsi que seraient tentés de le faire quelques archéologues par amour de leur art. Les Gaulois que dépeignaient César, Strabon et Diodore, et qui étaient les héritiers directs ou indirects de cette civilisation, étaient bien des barbares, couchant sur la dure, prenant leurs repas par terre, assis sur des jonchées ou sur des peaux de loup, se gorgeant de viandes rôties et de vin que des marchands italiens leur vendaient contre de jeunes esclaves, ayant,

(1) M. Alexandre Bertrand, conservateur du musée des antiquités nationales de Saint-Germain.

comme les peuples pasteurs, de nombreux troupeaux, et laissant, comme le font les races grossières, les plus rudes travaux aux femmes.

A l'est des dolmens, dans les vallées du Danube et du Rhin et jusqu'aux bords de la Saône et de la haute Seine, est une vaste région où les tombeaux sont disposés en forme de tumulus et renferment des armes et des outils de bronze ou de fer, indices d'une civilisation plus avancée. Les peuples qui les ont élevés, et que l'Archéologie déclare appartenir certainement à la période historique, semblent avoir pénétré comme un coin au milieu des hommes des dolmens, qu'ils auraient refoulés vers les extrémités septentrionale et occidentale du continent. On peut les regarder comme un des flots du grand courant d'émigration qui a poussé successivement vers l'ouest plusieurs tribus de la famille indo-européenne.

L'Archéologie et l'Anthropologie ajoutent incontestablement à l'histoire et elles lui apportent des lumières nouvelles. Mais que d'obscurités n'ont-elles pas elles-mêmes encore à éclairer dans leur propre domaine !

Combien n'est-il pas difficile de faire concorder la plupart de leurs renseignements avec ceux que l'histoire fournissait ! Celle-ci est restée longtemps à peu près muette sur la Gaule. Au IIe siècle avant l'ère chrétienne, un des esprits les plus profonds qui aient écrit sur l'histoire, Polybe, avouait son ignorance. « Tout l'espace, disait-il, qui s'étend vers le nord, au-dessus d'une ligne joignant l'Aude aux embouchures du Tanaïs, nous est inconnu. Ceux qui parlent de ces régions ou en écrivent n'en savent pas plus que nous-mêmes et ne font que débiter des fables. » Un siècle après, Cicéron confirmait ce témoignage lorsqu'il écrivait : « Ces contrées qu'aucun récit, aucun livre, aucune histoire n'avait fait connaître, dont on ignorait même le nom, notre général, nos légions, nos armes les ont traversées. »

César est en effet le premier lettré qui ait parlé de la Gaule pour l'avoir vue. « La Gaule entière, écrit-il, est divisée en trois parties : la première est habitée par les Belges, la seconde par les Aquitains, la troisième par les peuples qui s'appellent eux-mêmes Celtes et que nous nommons Gaulois. » Les historiens peuvent interpréter cette triple division ; il ne nous semble pas qu'ils puissent la supprimer.

Si César ne parle pas des Ligures, c'est parce que la région alpestre qu'ils habitaient était déjà soumise aux Romains à l'époque de son proconsulat. L'Anthropologie, d'accord avec l'Histoire, les distingue entièrement des Ibères, et les érudits qui ont voulu en faire une avant-garde de la race celtique n'ont pas fourni de preuves suffisantes. Il convient donc de les ajouter

comme une quatrième famille de tribus à celles que César men tionne. C'étaient, dit Tite-Live, de rudes montagnards, « *durum in armis genus* », qui avaient peut-être, dans les temps antérieurs, repoussé les Ibères de la Gaule centrale et des bords de la Méditerranée, et qui avaient été à leur tour repoussés dans les montagnes par des invasions postérieures. Mais ne nous aventurons pas trop au milieu de pareilles hypothèses.

Au sud-ouest, entre la Garonne et les Pyrénées, étaient les Aquitains, que César nomme les premiers, et que le savant géographe Strabon, son contemporain, dépeint comme différant des Gaulois par l'aspect et par la langue et comme ressemblant aux Ibères. Leur race, qui peut-être s'était, dans les temps préhistoriques, étendue plus au nord et qui occupait alors la plus grande partie de l'Hispanie et de la côte méditerranéenne de l'Afrique, avait le crâne de forme allongée. Faut-il voir leurs ancêtres dans les hommes de Cro-Magnon? Faut-il, sous le nom d'*Atlantes,* les regarder comme les restes d'une grande famille qui aurait, aux temps primitifs, occupé non seulement le sud-ouest de l'Europe et le nord-est de l'Afrique, mais un continent aujourd'hui submergé? Questions insolubles dans l'état actuel de nos connaissances. Les Basques, qui habitaient primitivement au sud des Pyrénées et qui, au VI[e] siècle de notre ère, franchirent la montagne et firent irruption dans les vallées du nord, sont, par leur langue et par leur type vigoureux et élégant, les représentants les plus purs de la race ibère.

Les Celtes forment le troisième groupe des peuples de la Gaule.

Les Celtes ont-ils refoulé Ibères et Ligures? Le fait paraît très vraisemblable : des érudits ont même essayé de fixer la date de leur arrivée. Mais un peuple entier a-t-il émigré en masse à une époque déterminée? N'y a-t-il pas eu plutôt une longue succession de flots humains qui se seraient heurtés de divers côtés aux populations primitives et qui auraient fini par couvrir une partie de notre territoire? Les premiers habitants ont-ils été détruits ou seulement modifiés par le mélange? La Celtique ne s'est-elle pas trouvée, en somme, peuplée de races celtisées plus encore que de Celtes purs? A-t-on le droit de rapporter à la venue de ces Celtes l'introduction de la pierre polie ou celle des dolmens, et peut-on établir la synonymie de race celtique et de race des dolmens? Ces problèmes sont agités, mais non résolus. Pour notre part, nous croyons volontiers à un mélange de races au crâne arrondi et de races au crâne allongé qui aurait donné naissance à un nouveau type, celui des races celtisées; mais si l'on veut que le mot *celte* signifie *âge de la pierre polie* ou *âge des dolmens,* il faut donner à ce mot un sens si large et si vague, qu'il perd presque toute valeur.

Derrière les Celtes sont venus les Galates, nommés aussi Belges ou Kymris. C'est la quatrième famille. Faut-il ne voir dans la double dénomination de Celtes et de Galates qu'un caprice de langage et confondre les uns et les autres dans une même famille gauloise ? Cette opinion a pour elle d'imposantes autorités parmi nos érudits et nos historiens. Nous ne pouvons cependant oublier ni le passage de Diodore qui reproche aux Romains d'avoir confondu sous la même dénomination de *Galli* les Celtes et les Galates, ni l'affirmation de César, qui connaissait les Belges pour les avoir combattus et qui, après avoir nommé les trois nations de la Gaule, ajoute : « Elles diffèrent toutes les unes des autres par la langue, par les institutions et les lois. »

César fixait à la Seine et à la Marne la limite méridionale des Belges; Strabon la portait jusqu'à la Loire. Il est probable qu'il n'y avait pas de frontière précise, mais que, comme les Celtes, les Galates s'étaient avancés par flots successifs, refoulant les possesseurs du sol ou se mêlant à eux, formant un groupe à peu près compacte au nord de la Marne, plus clair-semés entre la Seine et la Loire, et pénétrant même beaucoup plus avant vers le sud, soit par la plaine du Poitou à l'ouest, soit par la vallée de la Saône et du Rhône à l'est. Ils différaient des peuplades celtisées par leur crâne allongé, par leurs cheveux blonds et leur haute taille. C'étaient eux sans doute qui faisaient dire à un poète : *Flava Gallia*, « la blonde Gaule ». Ils ont dû longtemps conserver l'idiome particulier que leur reconnaît César, car, au IV[e] siècle de l'ère chrétienne, un écrivain disait encore en se moquant d'un mauvais orateur : « Parle celte ou parle galate, si tu le préfères. »

Si l'Anthropologie déclare qu'à la fin de la période quaternaire la France possédait ses éléments ethniques, l'Histoire, de son côté, peut affirmer qu'à l'époque de la conquête de César la Gaule renfermait déjà les principaux groupes de population qui devaient un jour constituer la nationalité française. Mais les efforts combinés de l'Anthropologie, de l'Archéologie et de l'Histoire n'ont pas pu jusqu'ici établir nettement l'identité de composition et l'origine de ces groupes.

Les Romains ont gouverné la Gaule pendant quatre siècles et demi. Ils ont transformé ses institutions et son genre de vie; la France leur doit sa langue, une grande partie de ses lois et de son administration. Cependant leur sang n'a pas modifié les races de la Gaule et n'a laissé de traces sensibles que dans quelques localités du Midi.

Après les Romains, les barbares qui au V[e] siècle ont envahi la Gaule appartenaient à la race germanique; ils avaient le crâne allongé, la stature haute, la chevelure blonde, comme les Galates. A l'exception des Wisigoths, qui pénétrèrent par le sud, les autres tribus, Alemans, Burgondes, Francs, ne s'éta-

blirent en grand nombre que dans les régions déjà peuplées par leurs congénères. La vallée de la Loire a été à peu près leur limite méridionale, comme elle avait été celle des Galates; ils n'ont poussé, comme eux, leurs établissements plus au sud que par deux côtés, où la configuration du sol leur ouvrait un accès facile.

Ces barbares paraissent appartenir au même type que les Galates; ils étaient, de plus, beaucoup moins nombreux qu'eux: double raison pour qu'ils n'aient pas transformé la constitution ethnique. Ils n'ont pas même changé la langue : ils n'ont fait que l'altérer.

Mais, comme les Romains, les Germains conquérants ont changé profondément les destinées du pays, auquel ils ont imposé des maîtres nouveaux, des mœurs en partie nouvelles, et qui doit à une de leurs tribus le nom de France.

La nation française a donc une triple origine et doit reconnaître les *Gaulois*, les *Romains* et les *Germains* comme ayant été, à des titres divers, ses ancêtres.

Les deux derniers lui ont surtout transmis l'héritage de leurs institutions et ont influé sur ses destinées politiques. Les premiers, qui sont eux-mêmes, comme nous venons de le dire, un composé d'éléments divers, lui ont transmis leur caractère avec leur sang et sont incontestablement, parmi nos ancêtres, ceux auxquels nous devons le plus.

Reste-t-il aujourd'hui sur le territoire quelques traces de la répartition de ces éléments ?

Si l'on pouvait s'élever dans les airs de manière à embrasser le panorama entier du territoire français, on verrait se dresser au sud et au sud-est deux hautes et épaisses murailles de montagnes, les Pyrénées et les Alpes. Au centre, on apercevrait un large relief, moins saillant, formé principalement de terrains primaires ou volcaniques, le massif central, séparé des Pyrénées par les vallées de la Garonne et de l'Aude, des Alpes et du Jura par les vallées de la Saône et du Rhône. Au nord de ce massif, entre les terrains primaires de la Bretagne d'un côté, les terrains primaires du Morvan et les ballons des Vosges de l'autre côté, on n'aurait, à perte de vue, que des plaines, sans autre accident que des collines.

Au massif pyrénéen correspondent les Ibères, protégés par le fossé de la Garonne; au massif alpestre, les Ligures, retranchés derrière la Durance. Les deux plus anciennes races historiques de notre pays, refoulées des plaines vers les extrémités méridionales du territoire, ont donc soutenu l'effort des invasions dans les forteresses naturelles que forment nos deux plus grandes chaînes de montagnes.

Les deux plus importants groupes de Celtes occupent, l'un un territoire qui répond exactement au massif central et

aux plaines adjacentes jusqu'à la Loire, l'autre la Bretagne avec les régions avoisinantes, jusqu'aux collines de Normandie et la Vendée. Il n'est pas difficile de comprendre qu'on est encore en présence de peuples refoulés, mais ayant résisté victorieusement dans les positions où la nature facilitait la défense, d'un côté dans le réduit breton situé à l'extrémité occidentale du continent, de l'autre dans la grande citadelle du centre, couverte sur son front par le demi-cercle que décrit le cours moyen de la Loire.

Au contraire, les grandes races blondes, Galates et Germains, ont inondé les plaines du nord. La Loire les a arrêtées. Si elles l'ont franchie du côté de l'Anjou, et si elles dominent dans une partie du Poitou et jusqu'au bord de la Garonne, c'est que dans cette direction s'étend une plaine continue, sans obstacles. N'est-ce pas par la même ouverture que Clovis est entré pour vaincre Alaric à Voulon, Charles Martel pour arrêter les Sarrasins à Poitiers, plus tard le roi Jean pour y perdre une grande bataille contre les Anglais ?

Comme ces races blondes venaient des vallées du Danube et du Rhin, elles ont dû pénétrer aisément par la trouée de Belfort ou même par le Jura dans la vallée de la Saône et, de là, dans celle du Rhône. De ce côté aussi, elles dominent.

Elles dessinent ainsi, à l'est comme à l'ouest du massif central, deux longues bandes de population correspondant aux deux plaines qui encadrent le massif.

La distribution des races correspond donc à peu près à la configuration du sol, et le sol l'explique en partie.

La stature est un des caractères les plus marqués de la constitution physique des individus; c'est aussi un des plus faciles à observer, grâce au recrutement militaire. Voyons donc si la taille, en France, confirme cet état géographique des races.

Si l'on distribue en trois catégories les départements français, en rangeant dans la première ceux qui ont le moins de conscrits exemptés pour défaut de taille (moins de 6 pour 100), dans la dernière ceux qui en ont le plus (au delà de 8 pour 100), voici ce que l'on constate. La première catégorie se compose : d'une part, de tous les départements du nord-est de la France depuis la Manche jusqu'au Jura, à l'exception du seul département de la Seine, dont la population est d'origine mélangée; d'autre part, de deux groupes de départements, trois à l'ouest, cinq à l'est, qui occupent précisément les deux couloirs par lesquels se sont poussées vers le sud les tribus galates ou germaniques, caractérisées par leur stature élevée. La troisième catégorie comprend, outre les Hautes et les Basses-Alpes, tous les départements du centre et quatre départements bretons : ce sont les régions où la race celtique, de petite taille, est demeurée à peu près sans mélange.

De pareilles différences offrent à l'Histoire et à la Statistique un intérêt dont on ne saurait méconnaître la portée. Mais elles n'affaiblissent en rien l'unité morale d'un peuple; quelquefois même elles contribuent à donner à son génie plus de variété et plus de ressort à son activité. Car l'unité nationale n'est pas un fait résultant fatalement de la soumission dans le présent à un même pouvoir politique ou de la descendance d'un type unique depuis les temps primitifs; si cette dernière condition était nécessaire, il n'y aurait pas une seule nation dans le monde moderne. Elle est la conséquence de causes complexes qui appartiennent plus encore à l'ordre moral qu'à l'ordre physique.

Dans les siècles qui se sont écoulés après la grande invasion, une suite d'événements politiques, qui, eux-mêmes se sont produits, jusqu'à un certain point, en conformité avec le dessin général du territoire et avec la race et la langue de ses habitants, a rapproché et en quelque sorte soudé ensemble les divers éléments provinciaux de notre pays. La nation française s'est formée; une longue communauté de gouvernement, d'intérêts, de gloires et de malheurs en a scellé l'unité. Cette unité est née sur les ruines de la féodalité; elle a commencé à prendre conscience d'elle-même avec Jeanne d'Arc, lorsque la nation s'est levée pour repousser l'étranger et pour mettre un terme aux intolérables souffrances de la guerre de Cent Ans, et elle est si bien une force morale, que, depuis ce temps, le sentiment ne s'en est jamais manifesté avec autant d'énergie qu'aux époques où l'unité matérielle du territoire avait été menacée.

L'Astronomie dans l'antiquité: Thalès et Pythagore. (Extrait de l'*Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles* pour l'année 1881.)

Nous imaginons trop aisément que les idées justes et grandes sur le système du monde n'ont appartenu qu'aux modernes. Nous croyons qu'avant nous on marchait seulement terre à terre. Sans doute les puissantes conceptions sur la constitution de la nature n'étaient pas, dans l'antiquité, des idées vulgaires, avec lesquelles chacun fût familier. Mais aujourd'hui combien d'hommes, par rapport au chiffre total de la population, possèdent des notions justes sur l'étendue et les dispositions de l'univers visible? Combien s'élèvent à des considérations un peu plausibles sur la durée et la grandeur de cet univers?

De nos jours comme au temps des anciens, il faudrait séparer les notions philosophiques de la masse des idées régnantes, pour constituer le tableau que se forment les hommes véritablement éclairés.

Il n'est peut-être pas sans utilité de rappeler comment une grande partie de nos idées cosmologiques s'étaient présentées aux philosophes de l'antiquité. On éprouve autant de plaisir que d'étonnement lorsque, passant en revue les débris subsistants de leurs écrits ou les mentions que leurs successeurs ont faites de leurs idées, on voit s'élever un édifice si étendu, si complet, et qui, en définitive, ne diffère pas essentiellement de celui que nous construisons aujourd'hui. Je vais en offrir pour preuve le bilan astronomique, si l'on peut parler ainsi, de Thalès et de Pythagore.

Ce sont des étrangers qui ont apporté en Grèce les arts et les sciences de l'Orient; plus tard les Grecs sont allés eux-mêmes acquérir les connaissances qui leur manquaient en Égypte et en Phénicie. Le célèbre Thalès, dont les travaux sont le plus ancien monument de l'histoire scientifique de l'Hellénie, était phénicien d'origine; Hérodote le dit positivement, et ce n'est que par un vain sentiment d'orgueil national que les siècles suivants contredirent la grave autorité de cet historien. Thalès est né en 638 ou 632 avant l'ère vulgaire. Sa patrie, élevée alors au plus haut degré de prospérité, était placée, par sa situation naturelle, entre les arts de l'Égypte et les sciences de la Chaldée. C'était là, à cette époque, une terre de civilisation et comme la patrie des connaissances humaines. L'Egypte, belliqueuse et puissante au dehors, protégeait à l'intérieur toutes les applications utiles : Néchao entreprenait de joindre le golfe Arabique à la vallée du Nil, et Amasis, un demi-siècle plus tard, réunissait à Memphis tout ce que l'Orient et la Grèce possédaient de plus brillant dans la Philosophie et dans la Littérature. Les Mèdes, les Assyriens, les Scythes, déployaient également l'ardeur guerrière et l'amour de la Science, qui caractérisent la splendeur et l'élévation des peuples. Thalès, soit par des circonstances naturelles, soit par des voyages médités, visita plusieurs contrées. Il fut successivement initié aux mystères des prêtres de l'Égypte et aux doctrines astronomiques des mages chaldéens. Le tableau de ses connaissances nous donnerait une idée exacte de l'état des sciences dans les régions du Levant il y a vingt-cinq siècles. Ces sciences, qu'il avait étudiées en Asie et en Egypte, il alla les porter à l'Hellénie, encore grossière et barbare, mais qui sut les faire fructifier. Milet devint sa patrie adoptive. Il s'était trouvé à Delphes, aux jeux pythiques de l'an 581, où il fut compris, par l'admiration publique, au nombre des sept sages.

Thalès, qui avait découvert plusieurs propriétés des triangles sphériques, divisa la sphère céleste en cinq zones, d'après la considération des limites du cours apparent du Soleil. Il avait traité en vers, dans un Ouvrage qui ne nous est pas parvenu, des solstices et des équinoxes; il doit donc être considéré

comme le fondateur, en Occident, de cette division si naturelle et cependant assez délicate des zones sur les vrais principes physiques de leur démarcation. La mesure de la hauteur des pyramides, qu'il avait exécutée, ou plus vraisemblablement répétée, d'après la longueur de l'ombre de ces monuments, suppose une connaissance assez parfaite du cours apparent du Soleil. Il paraît qu'il avait composé également un Traité en vers sur l'Astronomie nautique. Il avait fixé la durée de l'année à trois cent soixante-cinq jours. Il avait aussi une idée fort juste de la manière dont la Lune est illuminée : il attribuait sa lumière à la réflexion de celle du Soleil. Il évaluait le diamètre apparent de ce dernier astre à la sept-cent-vingtième partie d'une circonférence de cercle, c'est-à-dire à 30'. Cette estimation, si conforme aux mesures modernes, prouve à la fois deux choses importantes : l'exactitude de la mesure de Thalès, et la constance, depuis vingt-cinq siècles, des dimensions du Soleil.

Mais le fait le plus important de la vie scientifique de Thalès est la prédiction qu'il fit d'une éclipse de Soleil. C'était la première fois que ce phénomène imposant se soumettait, en Occident, aux calculs de l'homme. Mais Thalès était initié au secret de la période chaldéenne de dix-huit ans; il put donc annoncer l'époque qui devait ramener un pareil phénomène. Cependant il ne se hasarda pas encore à en préciser le jour ni même le mois. « Il en avait fixé le temps en l'année où il s'opéra, » dit Hérodote. L'événement vérifia cette prédiction. La date est un peu douteuse, mais ce fut probablement l'an 585 avant l'ère vulgaire. Les idées de Thalès relativement à la cause des éclipses étaient d'ailleurs conformes à la vraie philosophie naturelle.

Thalès n'avait déterminé que les dimensions apparentes du Soleil. Anaximandre, son disciple, alla plus loin. Ce philosophe donnait à la circonférence du globe solaire vingt-sept ou vingt-huit fois autant de développement qu'à la circonférence de la Terre, ce qui supposait le rayon de l'écliptique d'environ 9 millions de lieues et la parallaxe horizontale de 35". Ces valeurs sont certainement éloignées de la vérité; cependant il est intéressant de les enregistrer, comme les premières dont l'histoire de l'Astronomie puisse faire mention. Du reste, nous ignorons complètement les méthodes qui avaient conduit à ce résultat.

Le caractère de Thalès était ferme, mais modeste; la liberté de la pensée comme celle des actions lui paraissait un bien suprême, et c'est sans doute ce qui lui fit préférer le séjour d'une colonie indépendante et républicaine à celui de l'Égypte. Une admiration enthousiaste pour la divinité et pour l'ordre du monde physique servait de base à ses connaissances et à ses

études astronomiques. La nature tout entière, dit-il, est renfermée dans l'espace; ouvrage de la divinité, le monde est l'expression d'une perfection sublime, dont le temps, dans son cours éternel, nous dévoilera successivement toutes les beautés. Il regardait la fluidité comme le premier état de toutes les choses et niait la possibilité de l'existence du vide; enfin il soutenait que les étoiles sont des corps semblables à la Terre, mais resplendissants d'une vive lumière. Ainsi l'univers apparaissait à Thalès comme une vaste création d'ensemble, dont la Terre n'était qu'une bien petite partie et où nulle région de l'étendue n'était inoccupée. Au sein de l'espace, la Terre était suspendue, comme un globe immense.

Cette opinion de la rondeur de la Terre, de sa sphéricité, passa dans les doctrines de la célèbre école ionienne, dont Thalès fut le chef et qui fleurit quelque temps à Milet. Anaximandre la partageait également, et ce qui le prouve à l'évidence, bien que, d'après Plutarque, il lui donnât la figure d'une colonne, c'est qu'il tenta de graver sur une sphère les contours des mers et des continents. Il construisit aussi une sphère céleste pour l'enseignement de l'Astronomie. Quittant le langage particulier de son maître pour embrasser l'univers sous un point de vue plus absolu, il regarda l'infini comme le premier principe des choses, et, tandis que tout éprouve de continuelles vicissitudes, l'infini lui-même demeure invariable. C'est ainsi que les mondes, qui, dans la nature, sont en nombre infini, présentent chacun en particulier le caractère de la variabilité, tandis que la nature en général est éternellement immuable.

Pythagore vécut de l'an 607 à l'an 509. Théon le Grammairien, cité par Plutarque, nous apprend qu'on avait essayé de faire passer à l'Italie la gloire de son origine; mais rien ne milite en faveur de cette opinion. Ce qui est constant, c'est que Pythagore voyagea en Egypte et qu'il y fut profondément initié aux sciences mystiques des prêtres de cette contrée par Œnupheus, dont il suivait les leçons. Regardant l'indépendance et la liberté de l'homme comme une sorte de nécessité, il quitta Samos, sa patrie, alors soumise à la domination tyrannique de Polycratis, pour se réfugier à Crotone, en Italie. C'est ainsi que cette dernière contrée devint la patrie adoptive d'un des plus anciens philosophes de l'Occident. Depuis cette époque, il n'est guère de grande question philosophique, de grand mouvement scientifique, auxquels cette terre à jamais célèbre soit restée étrangère.

Pythagore avait déterminé les intervalles musicaux, et cette découverte fut pour lui la source d'une théorie astronomique tout entière. Les dix grands corps qui se meuvent autour du centre et qui constituent le monde sont disposés dans un ordre qui correspond aux intervalles musicaux. C'est cette compa-

raison toute théorique qui a fait penser à tort que Pythagore supposait aux révolutions des sphères le pouvoir d'engendrer une musique réelle. Les idées de Pythagore et de ses sectateurs sur le système du monde méritent d'ailleurs d'être rappelées avec quelque détail.

Au centre est le Soleil, foyer suprême de chaleur et de vie. Autour de lui sont rangés Vénus, Mercure (*sic*), la Terre accompagnée de la Lune, et l'antichtone située à l'opposé de la Terre et dont nous reparlerons tout à l'heure. Toutes ces sphères circulent dans l'espace, où règne le vide absolu. La question de la circulation de la Terre, d'après les pythagoriciens, est parfaitement résolue par ce passage d'Aristote : « La Terre, qui est un des astres, produit le jour et la nuit dans sa circulation autour du centre. » Ici le double effet de la rotation diurne et de la circulation annuelle se trouve clairement indiqué, et tout d'ailleurs tend à confirmer l'opinion que les pythagoriciens professaient cette doctrine relativement au système du monde. Chacune des planètes était à leurs yeux un monde particulier, « contenant, dit Plutarque, une terre, un air et un ciel ». Ce qui est plus extraordinaire encore, ils avaient les idées les plus exactes sur la nature et la révolution des comètes. « Ils prétendent, dit Aristote, qu'une comète est elle-même une planète dont l'apparition se fait après un très grand intervalle de temps, que, quand elle a dépassé le cercle de Mercure et qu'elle s'est élevée au-dessus, souvent elle n'est pas visible, et qu'on ne la revoit que fort longtemps après. » Tout concourt, dans ce passage, à nous prouver que les pythagoriciens connaissaient le vrai système du monde. Cette expression « élevée au-dessus du cercle de Mercure », en parlant d'une comète qui va se plonger dans les feux du Soleil, démontre à l'évidence que la disposition des planètes autour du Soleil était bien dans la doctrine des pythagoriciens. De plus, le retour des comètes à de grands intervalles déterminés suppose une longue suite d'observations rigoureuses : l'Égypte et la Chaldée, l'Inde ou la Chine peut-être, pouvaient seules l'avoir fournie.

En partant de notre globe, on trouve, dans l'ordre des distances apparentes, la Lune, le Soleil avec Mercure et Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, et enfin les étoiles fixes. Parlons maintenant de cette antichtone mystérieuse sur laquelle on a fait tant de suppositions. Plutarque et Aristote nous ont laissé très peu de détails à ce sujet. Les pythagoriciens désignaient par là la base solide du globe, en opposition à l'air, au ciel et au feu qui reposaient sur sa partie supérieure ; c'était plus particulièrement la face opposée de la Terre, c'est-à-dire les antipodes.

Pythagore a également confirmé les observations de ses prédécesseurs sur l'obliquité de l'écliptique ; mais, dans ses doctrines astronomiques, la Lune s'écarte d'*un douzième* de

la zone zodiacale. Cette proposition a certainement rapport à l'inclinaison de l'orbite lunaire sur l'écliptique. En prenant la largeur de la zone intertropicale pour unité, ainsi qu'on doit le faire naturellement, l'inclinaison de l'orbe de la Lune, d'après les pythagoriciens, serait d'environ *quatre degrés,* ce qui s'écarte peu de la vérité.

La Lune, suivant Pythagore, était de nature ignée, ce qui ne l'empêchait pas d'être peuplée d'êtres divers. La variété de ses aspects pendant la durée entière d'une lunaison, ainsi que le cours annuel apparent du Soleil, avaient été très bien décrits par les pythagoriciens. Quant aux éclipses, ils en connaissaient aussi les véritables causes; mais, relativement aux dimensions absolues des corps du système solaire, ils commettaient de graves erreurs. En prenant le diamètre du globe terrestre pour unité, ils représentaient le diamètre de la Lune par $\frac{1}{3}$, celui du Soleil par 12 et celui de Vénus par 2. Ainsi, le Soleil se serait trouvé placé à 3 millions de lieues de la Terre, et sa parallaxe horizontale aurait été de 81″. Les pythagoriciens ajoutaient encore que l'ombre de la Terre, dans les éclipses de Lune, avait un diamètre triple de celui de notre satellite. Cette évaluation s'accorde bien avec les autres éléments qu'ils adoptaient du système solaire et avec l'observation de la nature. Quant aux étoiles, elles étaient situées au delà des planètes. La plus petite d'entre elles, disaient-ils, a un diamètre au moins égal au tiers de celui de la Terre.

On voit que les opinions des pythagoriciens sur le système du monde étaient empreintes des caractères de la plus haute philosophie. Que l'on considère ces opinions comme l'expression particulière des idées de Pythagore ou qu'on n'y aperçoive que le tableau des connaissances cosmologiques de l'Orient, on est, dans tous les cas, forcé d'en reconnaître la profondeur et l'exactitude. Il est difficile de penser que les observations et la vie d'un homme suffisent à la découverte de tant de vérités. Quel que soit le génie d'un individu, la solution de cet immense problème présuppose une suite d'observations astronomiques, un enchaînement de raisonnements et de remarques qui ne peuvent être que le fruit d'un travail prolongé pendant plusieurs siècles. Mais, comme traducteur des idées de l'Inde et de l'Égypte en Occident, il faut reconnaître que Pythagore a rempli une grande et noble tâche. Venu après Thalès, il a su ajouter à tout ce que ce philosophe avait appris aux Hellènes des vérités encore inconnues pour eux. Plus profond, plus sublime que Thalès, il a été au delà de l'observation de la nature; mais, sans sortir de la réalité des phénomènes, il en a montré les lois et les dispositions. Que de siècles n'aurait-il pas fallu aux Occidentaux pour arriver d'eux-mêmes à ces vérités !

Calendrier météorologique pour l'année 1881.

M. **Secretan**, Membre de l'Association scientifique, vient de faire paraître la deuxième année du *Calendrier météorologique* (¹). C'est une très bonne idée, qui ne peut manquer d'amener de nouveaux adeptes à la science météorologique. En effet, cet opuscule est disposé pour recevoir jour par jour et en ordre les observations du baromètre, des thermomètres, du pluviomètre, de l'évaporomètre, de l'anémomètre, etc., etc. Pour faciliter son travail, le lecteur a en regard des instructions pratiques sur la manière d'observer les instruments. Enfin l'Ouvrage se termine par un Tableau comparatif des moyennes mensuelles des diverses observations météorologiques faites dans une vingtaine d'observatoires répandus sur le sol de la France, Tableau très intéressant à consulter.

Nous sommes persuadés que beaucoup d'amateurs lui renverront des Calendriers garnis d'observations, et nous comptons bien qu'il en fera profiter la Science, ainsi qu'il le promet dans sa Préface.

Souscriptions.

M. Danton, Membre perpétuel, fait à la Société un don de 100fr.

Liste des nouveaux Membres inscrits depuis le mois d'avril 1880.

M. Doucet, ingénieur des Ponts et Chaussées.
M. de la Chauvinière, Capitaine de frégate, à Paris.
M. B. de Fontenaye, Officier d'Intendance, à Amiens.
M. Chevrillon, à Paris.
M. le Dr E. Guillet, à Pont-en-Royans (Isère).
M. Hazard, Élève au Lycée d'Angoulême.
M. le Dr Niepce, à Allevard (Isère).
M. Reuben L. Allen, à Providence (États-Unis).
M. A. de Meritens, Ingénieur électricien à Paris.
M. R. Moreau, opticien, à Paris.
M. le comte A. de Lubawsky, à Viazma (Russie).
M. Meunier, à Saint-Doulchard (Cher).
M. L. Guillemot à Paris.
M. Hermant, à Paris.
M. Gautereau, à Paris.
M. F. Guillemot (à Paris).
M. Courtin, à Paris.
M. Nivet, chimiste à Paris.
M. Victor Gérard, à Saint-Acquaire (Aisne).
M. Réville, à Paris.
M. Dumoutier, à Paris.

(¹) *Calendrier météorologique pour* 1881. Marpon et Flammarion éditeurs, et chez l'auteur.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

19 DÉCEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 38.

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES.

AVIS.

Le Conseil de l'Association a décidé, dans sa dernière séance, que les conférences scientifiques et littéraires, dont le succès a été très grand l'hiver dernier, ainsi que les années précédentes, seront continuées très prochainement, et qu'il sera fait de nouveau, par M. Davanne, en février et mars, un Cours de Photographie théorique et pratique.

Les conférences scientifiques et littéraires auront lieu, comme d'ordinaire, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, les samedis, à $8^h 30^m$ du soir; elles commenceront le 15 janvier et se termineront dans la semaine qui suivra Pâques.

Le Cours de Photographie sera précédé d'une conférence qui aura lieu le 19 février. Les leçons suivantes auront lieu les mardis.

La liste des conférences a été fixée de la manière suivante; mais, les dates de quelques-unes n'étant pas encore arrêtées, les Membres de l'Association recevront à ce sujet un nouvel avis par la voie du *Bulletin hebdomadaire :*

1° M. **Faye**, membre de l'Institut, inspecteur général de l'enseignement supérieur : *La Lune.*

2° M. **Bertin**, directeur des études à l'École Normale supérieure : *Les miroirs magiques.*

3° M. **Hément**, inspecteur de l'instruction publique : *L'art de faire parler les sourds-muets.*

4° M. **Wolf**, astronome à l'Observatoire de Paris : *Les satellites de Mars.*

5° M. **Simonin**, ingénieur : *L'Afrique occidentale et le chemin de fer transsaharien.*

6° M. **Davanne**, vice-président de la Société française de Photographie : *La Photographie appliquée aux sciences.*

7° M. **Gebhardt**, Professeur à la Faculté des Lettres de Paris : *Le procès et la mort de Savonarole.*

8° M. le Dr **Regnard**, professeur à l'Institut national agronomique, directeur adjoint du Laboratoire de Physiologie de l'École des Hautes Études : *Sommeil et Somnambulisme.*

9° M. **Jordan**, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures : *Les progrès récents de l'Industrie du fer.*

10° M. **G. Perrot**, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Lettres : *Les découvertes de M. Schliemann à Troie et à Mycènes.*

11° M. **Pasquau**, ingénieur des Ponts et Chaussées : *Les Embâcles.*

12° M. **G. Duruy**, professeur d'Histoire au Lycée Henri IV : *Benvenuto Cellini.*

13° M. **Chappuis**, agrégé de l'Université : *L'ozone.*

Nous rappellerons à Messieurs les Sociétaires que les Cartes, dont la présentation est nécessaire pour entrer dans l'amphithéâtre, ont été renouvelées cette année et se trouvent à la disposition des Membres, au bureau de M. Cottin, Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne, escalier n° **3**. Ce bureau est ouvert tous les jours de 1h à 4h.

Les Membres perpétuels qui en feront la demande pourront avoir des places numérotées qui leur seront réservées, mais dont on disposera dix minutes avant l'ouverture de la conférence si elles ne sont pas occupées.

Les Membres qui préféreront remplacer leur carte par une médaille devront en faire la demande au Secrétariat (1).

Les personnes qui désireront faire partie de l'Association et avoir à ce titre leur entrée aux conférences devront en faire la demande par écrit.

Recherches sur les graines fossiles silicifiées, par **Adolphe Brongniart**, précédées d'une Notice sur ses travaux par **J.-B. Dumas**, de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Un volume grand in-4°, avec 21 planches coloriées.

Peu de temps avant sa mort, le fondateur de la Paléontologie végétale, M. Adolphe Brongniart, lut à l'Académie des Sciences

(1) *Voir* l'avis inséré dans le *Bulletin* du 27 juin 1880.

deux Mémoires très importants, le premier sur l'anatomie des graines trouvées à l'état silicifié dans le terrain houiller de Saint-Étienne, le second sur la structure des graines des Cycadées de l'époque actuelle comparée à celle de ces corps reproducteurs fossiles, et ce travail, accompagné d'une longue série de beaux dessins, vient d'être publié par les soins des fils de ce naturaliste éminent. Ce Volume contient aussi un Mémoire inédit sur les périodes de végétation et les diverses flores qui se sont succédé à la surface de la Terre, et une Notice sur la vie et les travaux de l'auteur, due à la plume élégante de son illustre allié M. Dumas.

C'est en observant au microscope les graines silicifiées, réduites en lames assez minces pour être parfaitement transparentes, que M. Ad. Brongniart a pu se rendre compte du mode d'organisation de ces corpuscules, et les faits nonveaux qu'il a constatés ainsi l'ont conduit à des découvertes inattendues relatives à la manière dont s'opère la fécondation de l'ovule chez les Cycadées qui vivent aujourd'hui. Sans l'aide de figures il serait fort difficile de se rendre compte des résultats auxquels l'auteur est arrivé de la sorte; mais son Mémoire sur la succession des flores anciennes ne nécessite aucun secours graphique. Cet article est d'un intérêt général, et nous sommes heureux de pouvoir le placer sous les yeux des Membres de l'Association scientifique; nous le reproduisons donc intégralement.

PÉRIODE DE VÉGÉTATION ET FLORES DIVERSES QUI SE SONT SUCCÉDÉ A LA SURFACE DE LA TERRE.

L'existence des végétaux aux diverses époques de la formation de la croûte terrestre nous est démontrée par la conservation soit de ces végétaux eux-mêmes modifiés, soit de leur moule ou empreinte dans les roches formées à ces diverses époques; ce sont ces restes de végétaux, enfouis dans les couches qui constituent l'écorce de notre globe, qu'on nomme des *végétaux fossiles*; ils peuvent se présenter sous trois formes principales :

1° Les parties de végétaux renfermées dans les couches solides du globe ont seulement perdu quelques-uns de leurs éléments et se sont modifiées de manière à se carboniser plus ou moins complètement, sans se détruire entièrement ni être remplacées par des substances minérales étrangères à leur nature primitive. Les tiges offrent tous les degrés d'altération qui résultent d'une combustion lente, plus ou moins complète, conservant ou ayant laissé dégager les matières volatiles provenant de cette combustion; c'est ainsi que les bois fossiles se transforment en lignite, en bois bitumineux ou en anthracite, que les feuilles et les fruits prennent une couleur fauve, rousse ou noire, suivant que leur carbonisation est plus ou moins

complète. Lorsque l'opacité des tissus altérés n'y met pas obstacle, on reconnaît au microscope tous les détails de l'organisation primitive de ces diverses parties.

2° Les matières organiques qui constituent les organes des végétaux peuvent être remplacées par des substances minérales ordinairement par de la silice, plus rarement par du carbonate de chaux ou de fer, sans que la disposition des tissus qui forment ces organes soit altérée, de manière que l'étude microscopique de ces végétaux ainsi pétrifiés permet souvent de faire une anatomie parfaite de ces parties. Souvent, cependant, les organes se sont plus ou moins altérés pendant l'espèce de macération qui a dû accompagner leur pétrification, et l'on ne retrouve plus que des traces vagues de leur structure intime. Cette transformation de nature constitue la pétrification, que l'on observe surtout dans les bois, mais aussi quelquefois dans les fruits et les graines.

3° Le végétal détruit après avoir été entouré par la roche qui le renferme laisse dans cette roche une cavité qui est le moule exact de l'organe détruit, cavité qui, dans d'autres cas, a été remplie par une matière minérale amorphe, souvent grossière et n'ayant aucune trace de l'organisation végétale. Cette destruction du végétal parfois n'est que partielle : une même tige ou un même fruit offrira quelques portions du végétal à l'état charbonneux et le reste sera remplacé par du grès ou de l'argile; c'est ce qu'on observe très souvent dans les fossiles du terrain houiller.

Quel que soit le mode de conservation d'un végétal fossile, il ne serait pas très difficile de reconnaître sa nature et ses affinités avec les végétaux qui vivent encore sur la Terre, si l'on trouvait tous les organes qui le constituent réunis et placés dans leurs rapports de position naturelle; mais il n'en est jamais ainsi. On voit le plus souvent les tiges, les feuilles, les fleurs ou les fruits de la même espèce isolés, mêlés avec des débris appartenant à d'autres plantes et ne pouvant être associés, pour reconstituer le végétal dont ils proviennent, qu'avec beaucoup de difficulté et souvent avec beaucoup de doutes. Dans un grand nombre de cas, une partie de ces organes, plus fugaces que les autres, comme les fleurs, trop petits, comme les graines, d'un transport facile, comme les bois, sont détruits ou séparés des organes les plus nombreux, tels que les feuilles, qui seuls sont conservés en abondance.

Ces difficultés ont nécessairement ralenti les progrès de l'étude des végétaux fossiles, rendu plusieurs de leurs résultats longtemps incertains, et exigeront encore bien des années de recherches et d'études approfondies pour que tous les doutes soient levés. Cependant, depuis trente ans, on compte assez de faits qui se sont trouvés confirmés pour qu'on puisse en

faire la base d'une histoire sommaire des végétaux qui ont tour à tour vécu à la surface de la Terre.

En comparant les végétaux fossiles des diverses couches du globe, on voit, en effet, qu'ils diffèrent très notablement suivant l'époque du dépôt de celles-ci. Les espèces renfermées dans les diverses couches d'un même terrain, en employant ce mot dans son acception géologique, ne diffèrent pas ou diffèrent très peu les unes des autres; celles qui sont contenues dans deux terrains qui se succèdent immédiatement se distinguent souvent complètement comme espèces et assez fréquemment même comme genres; dans quelques cas, les différences vont encore plus loin, ces végétaux appartenant en grande partie à des familles ou même à des classes qu'on ne saurait confondre ou rapprocher.

On peut donc considérer comme s'étant déposées pendant une même époque de la création du règne végétal et comme appartenant à une même flore ancienne les diverses couches de terrains dans lesquelles on retrouve le même ensemble d'espèces et pendant le dépôt desquelles quelques-unes de ces espèces au moins ont persisté depuis le commencement jusqu'à la fin du phénomène local.

C'est ce qui constitue une époque dans l'étude géologique des végétaux fossiles; mais plusieurs de ces époques se succèdent souvent en conservant un grand nombre de caractères communs dans la nature et la proportion relative des grandes familles qui leur appartiennent; cette suite d'époques analogues forme une période dans l'histoire du développement successif du règne végétal.

En considérant ces transformations dans leur ensemble, un résultat plus général se présente d'une manière incontestable : dans les temps les plus anciens, on reconnaît la prédominance de l'embranchement des Cryptogames acrogènes, telles que les Fougères et les Lycopodiacées; plus tard, celle du sous-embranchement des Dicotylédones gymnospermes (Cycadées et Conifères), sans mélange encore d'aucune Dicotylédone angiosperme; enfin, en dernier lieu, on constate l'apparition et bientôt la prédominance des végétaux angiospermes ou à fleurs parfaites, tant dicotylédons que monocotylédons. Ces différences si remarquables dans la nature de la végétation de la Terre aux diverses époques de transformation de sa surface montrent qu'on peut diviser la longue série des siècles qui a présidé à la création successive des diverses formes végétales en trois longues périodes, que j'ai appelées le *règne des Acrogènes*, le *règne des Gymnospermes* et le *règne des Angiospermes*, expressions indiquant seulement la prédominance successive de l'une de ces trois grandes divisions du règne végétal, sans supposer toujours l'exclusion complète des deux autres.

Les Cryptogames acrogènes et les Dicotylédones gymnospermes existent donc simultanément dans les deux premières et se retrouvent aussi pendant la dernière, quoique dans des proportions très différentes; mais les Angiospermes paraissent manquer complètement ou ne sont indiquées que d'une manière très douteuse pendant le règne des Acrogènes et des Gymnospermes.

On peut exposer ainsi le Tableau général des changements principaux du règne végétal :

I. — *Règne des Acrogènes.*

1. Période carbonifère.
2. Période permienne.

II. — *Règne des Gymnospermes.*

3. Période vosgienne.
4. Période jurassique :
   1° Époque keuprique;
   2° Époque liasique;
   3° Époque oolithique;
   4° Époque wealdienne.

III. — *Règne des Angiospermes.*

5. Période crétacée :
   1° Époque sous-crétacée;
   2° Époque crétacée;
   3° Époque fucoïdienne.
6. Période tertiaire :
   1° Époque éocène;
   2° Époque miocène;
   3° Époque pliocène.

Les périodes qui ne sont pas subdivisées en époques différentes le seront peut-être plus tard, lorsqu'on connaîtra mieux les espèces qui sont propres aux diverses couches ou formations qu'elles comprennent; mais, comme les caractères de chaque époque reposent ainsi le plus souvent sur de simples différences spécifiques, ils restent assez difficiles à établir dans une science qui laisse encore beaucoup à désirer.

On ne pourra du reste les indiquer ici que d'une manière très imparfaite, car leurs caractères positifs exigeraient l'énumération complète des espèces propres à chacune de ces flores, pour laquelle nous sommes obligé de renvoyer à des Ouvrages plus spéciaux.

I. — *Règne des Acrogènes.*

Le *règne des Acrogènes* remonte jusqu'aux premiers temps de la création des végétaux sur le globe. Les rares empreintes végétales qu'on rencontre dans les couches sédimenteuses des terrains de transition les plus anciens offrent les mêmes caractères essentiels que celles qu'on recueille en abondance dans les terrains houillers, où les formes caractéristiques de cette première période se perpétuent avec tout leur développement.

Les mêmes caractères, légèrement modifiés, se montrent encore dans la flore des terrains permiens, qui termine la série des terrains correspondant à ce règne.

Les caractères essentiels de cette flore sont la grande pré-

dominance de l'embranchement des Cryptogames acrogènes, et particulièrement des Fougères et des Lycopodiacées, le nombre considérable des espèces de la première de ces familles, le grand développement des végétaux de la seconde, qui constituent le genre Lépidodendron, enfin l'existence de plusieurs familles tout à fait anomales et détruites dès les périodes suivantes, familles que plusieurs points de leur organisation rattachent soit aux Acrogènes, soit aux Dicotylédones gymnospermes.

Les deux périodes que nous y distinguons ne diffèrent entre elles que par des caractères assez légers.

Le premier fait qui frappe lorsqu'on examine le Tableau des espèces qui constituent cette flore de l'ancien monde, c'est leur petit nombre. Il est vrai que le relevé des végétaux fossiles de la période carbonifère comprend surtout des espèces provenant des terrains houillers de l'Europe; mais, ceux de l'Amérique du Nord ayant déjà fourni un contingent considérable d'espèces, leur étude attentive permet d'affirmer que, pour la plupart, elles sont identiques avec celles d'Europe.

Tandis que l'énumération des plantes de la période carbonifère ne comprend que cinq cents espèces, la flore actuelle de l'Europe compte plus de six mille Phanérogames, celle de l'Europe centrale seule plus de cinq mille, et, en y comprenant les Cryptogames, ces nombres s'élèveraient respectivement à onze mille pour l'Europe et à neuf mille au moins pour l'Europe centrale.

La flore de la période carbonifère représente donc au plus un vingtième des végétaux qui croissent actuellement sur le sol de l'Europe, si l'on considère seulement l'espace qui les a portés.

Si l'on fait intervenir le temps dans cette appréciation, le contraste devient encore plus frappant. Le nombre des végétaux reconnus dans les terrains houillers correspond, en effet, à toute une longue période, pendant laquelle, sur le même sol, diverses espèces se sont succédé. Il semble même probable qu'environ cent espèces seulement auraient coexisté dans une localité donnée. La pauvreté et l'uniformité de cette végétation, comparées à l'abondance et à la diversité des formes de la période actuelle, donnent lieu au parallèle le plus intéressant.

Cette réduction dans le nombre des espèces de la flore ancienne s'explique, du reste, par l'absence totale des Dicotylédones ordinaires ou Angiospermes et par l'absence presque complète des Monocotylédones. Ces deux embranchements du règne végétal renferment, en effet, près des quatre cinquièmes des espèces vivantes connues. Mais d'un autre côté, tandis que l'Europe entière ne produit que cinquante espèces de Fougères, les terrains houillers qu'on y exploite en ont déjà

fourni plus de deux cent cinquante. Si les familles qui ont contribué à la formation de la houille n'étaient pas nombreuses, elles étaient donc riches en espèces.

On trouve une nouvelle preuve de cette disposition particulière à l'expansion d'une même famille en espèces variées dans ce fait que les Conifères et les Éphédrées de l'Europe actuelle, au nombre de vingt-cinq, sont représentées par cent vingt espèces au moins du terrain houiller, appartenant aux Gymnospermes et très diverses d'aspect.

Ces familles offraient des formes très différentes d'ailleurs de celles qu'on retrouve dans les espèces vivantes qui leur appartiennent. Parmi les Cryptogames, on compte des genres de Fougères absolument disparus et des espèces arborescentes que l'Europe ne possède plus, des Prêles, ou des végétaux qui s'en rapprochent, presque arborescents, des Lycopodiacées élevées aux proportions des arbres les plus gigantesques, toutes formes qui ont disparu de la surface connue du globe ou dont les similaires ne se rencontrent plus dans les zones tempérées.

Les végétaux qui appartiennent aux Dicotylédones gymnospermes présentent des différences plus tranchées encore : les Sigillariées, les Nœggérathiées, les Astérophyllitées constituaient des familles puissantes, aujourd'hui complètement anéanties.

1. *Période carbonifère.* — Les caractères de la végétation pendant la *période carbonifère* se résument donc ainsi :

1° Absence complète des Dicotylédones angiospermes;

2° Absence complète ou presque complète des Monocotylédones;

3° Prédominance des Cryptogames acrogènes, formes insolites et disparues appartenant aux Fougères, aux Lycopodiacées, aux Équisétacées;

4° Grand développement des Dicotylédones gymnospermes, résultant de l'existence à cette époque de familles disparues non seulement au temps actuel, mais dès la fin de la période carbonifère.

La prédominance des Cryptogames acrogènes établit entre la végétation de cette première période et celle des petites îles de la zone équatoriale et de la zone tempérée australe, dans lesquelles le climat maritime est porté au plus haut degré, une analogie que j'ai souvent signalée. Toutefois, dans ces îles, la végétation n'est pas absolument dépourvue de végétaux phanérogames, dont l'absence est complète dans les terrains houillers.

Réduite aux formes les plus simples et les moins parfaites, cette végétation de la période carbonifère représente-t-elle une première phase de l'organisation du règne végétal, destinée à se perfectionner avec le progrès des siècles, sans solution

de continuité, une espèce en engendrant une autre, ou bien faut-il considérer les espèces comme ayant une existence propre, comme apparaissant sans ancêtres et disparaissant sans descendance? Ce qui est certain, c'est que les formes de passage ou de transition ne se trouvent nulle part.

Il existait donc, à l'époque carbonifère, trois groupes particuliers de végétaux non seulement complètement détruits maintenant, mais disparus déjà dès les périodes suivantes. Ils forment ainsi un des caractères les plus remarquables de cette végétation primitive du globe et me paraissent se rapporter au sous-embranchement des Dicotylédones gymnospermes. Ce sont :

1° Les *Astérophyllitées,* végétaux à tiges articulées, à feuilles veinées en verticelles, nombreuses et souvent soudées à leur base, plantes généralement herbacées, quelquefois, cependant, à tiges grosses et ligneuses semblables extérieurement à celles des Calamites, mais ayant une structure interne analogue à celle des Cycadées;

2° Les *Sigillariées,* grands végétaux arborescents que j'avais d'abord comparés à des Fougères arborescentes, mais que leur structure interne range dans cette division des Gymnospermes dont les *Stigmaria,* si fréquents dans tous les terrains houillers, paraissent être les racines, mais dont les feuilles ne nous sont pas encore bien connues;

3° Les *Nœggérathiées,* caractérisées seulement par leurs feuilles presque intermédiaires, en leur forme et leur structure, entre celles des Cycadées et celles de certaines Conifères.

Telles sont les formes végétales dont l'ensemble constitue la flore du règne des Acrogènes, et particulièrement de la période carbonifère.

On voit que, en faisant abstraction des végétaux dont la détermination est tout à fait douteuse, ces formes se rapportent à sept familles différentes (trois de la division des Cryptogames acrogènes, ce sont : les *Fougères,* les *Lycopodiacées* et les *Équisétacées;* quatre de la division des Dicotylédones gymnospermes, ce sont : les *Conifères,* environ douze espèces, les *Nœggérathiées,* douze aussi, les *Sigillariées,* soixante, et les *Astérophyllitées,* renfermant quarante-quatre espèces) et comprennent un total d'environ cinq cents espèces, dont la moitié se rapportent à la seule famille des Fougères.

La prédominance numérique des Fougères, la présence des *Lépidodendron,* des *Sigillariées* et des *Astérophyllitées,* formes anomales et détruites dès les périodes suivantes, enfin l'absence complète des Dicotylédones ordinaires ou Angiospermes, et même probablement celle des Monocotylédones, ainsi que la rareté des vraies Conifères et l'absence probable des Cycadées proprement dites, sont donc les caractères sail-

lants de cette première végétation du globe, dont les débris amoncelés ont donné naissance aux couches de houille ou de charbon de terre ancien.

On voit combien cette végétation, puissante par le nombre et la grandeur des individus, était peu variée dans ses formes, puisque cinq cents espèces, réparties dans sept ou huit familles, la constituaient, tandis qu'à l'époque actuelle, en Europe seulement, nous connaissons plus de six mille espèces de plantes, sans comprendre les Cryptogames inférieures, appartenant presque toutes à ces deux grandes divisions des Monocotylédones et des Dicotylédones angiospermes, qui manquent complètement dans la période carbonifère.

2. *Période permienne.* — La *période permienne* n'est encore connue que très imparfaitement et ne doit peut-être former qu'une dernière époque de la grande période carbonifère, à laquelle elle se lie d'une manière très évidente. Les grès permiens de la Russie, décrits par MM. Montbrison et de Verneuil, les schistes bitumineux de la Thuringe et, dans mon opinion, les ardoises de Lodève en offrent les principaux débris. Ce sont des Fougères très analogues à celles des houillères et des Conifères du genre *Walchia,* ressemblant aux *Araucaria* de l'Australie, qui en forment la majorité; à ces familles se joignent, mais comme exemples très rares, une Astérophyllitée, un Lépidodendron, deux espèces de Nœggérathiées et de Calamites. On n'y a pas trouvé jusqu'à présent de Sigillariées.

Les familles les plus remarquables de la période carbonifère semblent s'éteindre vers cette période et annoncer ainsi la fin de cette création remarquable, qui constitue ce que j'ai nommé le *règne des Acrogènes.*

II. — *Règne des Gymnospermes.*

Le *règne des Gymnospermes,* qui lui succède, est essentiellement caractérisé par la prédominance des deux familles qui servent encore de types à cette division du règne végétal, les Conifères et les Cycadées, par la réduction du nombre des Cryptogames acrogènes, presque entièrement bornées à des Fougères, sans Lycopodiacées et surtout sans Lépidodendron, enfin par l'absence des familles spéciales de Gymnospermes qui formaient un des caractères les plus remarquables de la période carbonifère, et par celle des Dicotylédones angiospermes et peut-être même des Monocotylédones, qui ne se montrent d'une manière bien positive que dans les terrains plus modernes. Il en résulte que les flores de ces époques n'ont pas l'aspect anomal de celles de la période carbonifère, mais ressemblent davantage à une petite fraction de la végétation actuelle de la Terre.

3. *Période vosgienne.* — La première période de ce règne des

Gymnospermes est la *période vosgienne,* comprenant seulement le grès bigarré des Vosges, si riche en fossiles végétaux dans quelques points, et dont les formes ont été si bien illustrées par **MM.** Schimper et Mougeot.

Malgré la fréquence assez grande des empreintes végétales dans le grès de quelques carrières, les espèces sont peu nombreuses, et, si l'on évite les répétitions s'appliquant à des organes différents des mêmes plantes, on verra que cette flore se borne à environ dix espèces de Fougères, deux Équisétacées, six Conifères des genres *Voltzia* et *Naidingera,* deux Cycadées douteuses, et cinq ou six plantes de position très incertaine.

Les Conifères, complètement différentes de celles des terrains houillers et de celles des époques plus récentes, et les Fougères, de formes aussi fort particulières et la plupart probablement presque arborescentes, sont donc les caractères essentiels et très distinctifs de cette époque vosgienne, qui s'isole parfaitement dans la succession des formes du règne végétal.

La pauvreté de cette flore est dénotée encore par l'absence de dépôts de charbon fossile provenant de ses débris, dépôts qui existent, plus ou moins puissants, pendant presque toutes les autres périodes.

4. *Période jurassique.* — La *période jurassique* nous offre un ensemble de végétaux bien plus nombreux et plus variés, mais se modifiant graduellement pendant la succession des terrains qui y correspondent, de sorte qu'on peut y distinguer quatre époques ayant chacune leur flore spéciale.

Le caractère commun aux diverses époques de cette période et qui la distingue essentiellement de la précédente, c'est la présence bien constatée et le plus souvent la grande variété des plantes de la famille des Cycadées, qui se montrent déjà en grand nombre dans le keuper et se retrouvent jusqu'à l'époque wealdienne, tandis que pendant la période vosgienne on n'en cite que des indices très douteux. Aux plantes de cette famille se joignent des Conifères de genres particuliers, des Fougères assez variées, quelques Équisétacées remarquables par leur grande dimension, et peut-être une ou deux Lycopodiacées et Marsiléacées; l'existence de quelques Monocotylédones y paraît à peu près certaine, mais rien n'établit celle des Dicotylédones angiospermes, et ce caractère la distingue essentiellement des diverses périodes suivantes, classées sous le règne des Angiospermes.

Cette période se divise assez nettement en quatre époques, qui diffèrent par la nature des espèces qui leur sont propres, et même par l'existence de certains genres et la prédominance de l'une ou de l'autre des familles appartenant à ces flores :

1° L'*époque keuprique,* qui succède à la période vosgienne, est proportionnellement plus riche en Fougères que les sui-

vantes et plus pauvre en Cycadées et en Conifères. Ainsi, sur cinquante plantes terrestres signalées dans le keuper de l'Allemagne et de la France, on compte vingt-huit Fougères, douze Équisétacées, et tout au plus six Cycadées et quatre Conifères assez mal connues; l'abondance des grandes Équisétacées forme un des caractères les plus remarquables de cette époque; elle se distingue aussi par le peu de variété des Cycadées et par leurs formes spécifiques très particulières.

2° L'*époque liasique* comprend au moins soixante-dix espèces, observées en Allemagne, en France, en Angleterre et en Suède, divisées presque également entre les Fougères et les Cycadées, qui comprennent environ chacune trente espèces. Les Conifères et les Équisétacées y sont moins nombreuses. Le grand développement des Cycadées, la variété de leurs formes, qui permet de les rapporter à des genres divers, sont donc un des caractères les plus saillants de cette époque, comparée à la précédente, mais qui diffère d'une manière moins tranchée de l'époque suivante. C'est plutôt par des différences spécifiques et quelquefois génériques qu'elles se distinguent que par les rapports numériques entre les familles. Ainsi certaines formes de Fougères, et surtout le *Clatheropteris meniscioides,* plusieurs *Pterophyllum* et *Nilsonia* parmi les Cycadées, et quelques Conifères sont tout à fait caractéristiques de cette époque.

3° L'*époque oolithique,* par les rapports numériques des familles et par l'ensemble des formes génériques, diffère peu de la précédente. Sur quatre-vingt-dix espèces connues provenant de localités très diverses, mais surtout de France et d'Angleterre, quarante appartiennent à la famille des Fougères, plus de trente à celle des Cycadées et dix environ à celle des Conifères. Quelques grandes Équisétacées se montrent encore à cette époque comme pendant les deux précédentes; plusieurs genres de Fougères observés dans le lias ont disparu, et l'ensemble des espèces est généralement différent, tant dans cette famille que parmi les Cycadées et les Conifères; les *Otozamites,* les *Pterophyllum,* les *Nilsonia,* qui caractérisent ces deux époques, disparaissent au contraire dans la suivante.

4° L'*époque wealdienne* n'a laissé de traces que dans un petit nombre de points de l'Allemagne, de l'Angleterre et de la France, et c'est surtout dans le Hanovre qu'on a découvert les fossiles qui en ont fait connaître la flore. Elle comprend déjà cependant près de soixante espèces, dont les Fougères et quelques autres Cryptogames forment plus de la moitié, les Cycadées un quart et les Conifères à peine un dixième. On n'y voit encore aucun indice de vraie Dicotylédone angiosperme.

Des dépôts charbonneux assez puissants, et souvent exploités avec avantage, se trouvent dans les formations oolithique et wealdienne et prouvent l'importance de la végétation de cette

époque; les bois de Conifères, passés à l'état de lignite et souvent de jayet, en forment évidemment la base.

On voit que pendant ces quatre époques de la période jurassique ce sont toujours les Fougères, les Cycadées et les Conifères qui, sous des formes peu différentes, constituent presque uniquement la masse de la végétation, sans mélange aucun de Dicotylédones angiospermes et avec quelques indices seulement de Monocotylédones.

III. — *Règne des Angiospermes.*

Le *règne des Angiospermes* ou des végétaux dicotylédons à fleur complète a en effet pour caractère non seulement la prédominance, mais même, autant que nous pouvons en juger d'après tous les faits connus, l'apparition sur la surface du globe de cette grande division du règne végétal, qui, dans l'état actuel de la végétation terrestre, constitue plus des trois quarts de son ensemble. Depuis la destruction des plantes de la période carbonifère, aucune transformation plus grande ne s'était opérée dans les caractères de la végétation du globe, et l'on peut dire que son changement complet pendant la période crétacée marque le point de départ de la forme du règne végétal, tel qu'il existe encore de nos jours, non que les mêmes espèces aient persisté sur notre sol depuis cette époque, mais parce que dans son ensemble la végétation offrait, dès les premières époques tertiaires, les caractères généraux qu'elle possède encore aujourd'hui, les différences qui se sont montrées depuis lors entre diverses époques étant de même valeur que celles qui distinguent entre elles les flores des divers climats de la surface actuelle de la Terre.

5. *Période crétacée.* — Cette apparition des plantes dicotylédones angiospermes ne paraît pas cependant avoir acquis immédiatement un grand développement, car pendant la *période crétacée* ces plantes ne se montrent qu'en petit nombre; elles ne présentent que peu de formes diverses et sont encore jointes à une très forte proportion de Conifères, de Cycadées et de Fougères. C'est une sorte d'époque de transition entre le règne des Gymnospermes et celui des Angiospermes. Les fossiles très peu nombreux et généralement dans un état très imparfait de conservation qui lui appartiennent exigent encore de nouvelles études; mais certaines feuilles appartenant à des végétaux dicotylédones, désignés sous le nom de *Credneria,* constituent un de ses caractères les plus remarquables.

Jusqu'à présent, je n'ai fait mention que des formes de la végétation terrestre de ces diverses époques; cependant, à la plupart d'entre elles correspondent quelques espèces de plantes marines, mais ordinairement peu caractéristiques.

A la fin de la période crétacée ou au commencement de la

période tertiaire se trouvent, au contraire, des dépôts ordinairement arénacés, qu'on a désignés souvent sous le nom de *grès à fucoïdes*, qui renferment de nombreuses empreintes de plantes marines, d'espèces très rapprochées les unes des autres, formant un ensemble très distinct que j'ai nommé *époque fucoïdienne*.

6. *Période tertiaire.* — Avec ces dépôts marins commence la grande *période tertiaire*, pendant laquelle la végétation revêt de plus en plus les caractères de celle qui existe encore actuellement. Cependant cette végétation s'est modifiée pendant le dépôt successif des terrains tertiaires, et l'on peut aussi la diviser en trois époques, correspondant aux terrains éocènes, miocènes et pliocènes, époques toutefois souvent assez difficiles à bien distinguer, à cause des particularités locales propres aux divers bassins dans lesquels ces terrains se sont déposés.

1° Pendant l'*époque éocène*, la végétation marine se montre souvent assez développée et en rapport avec l'étendue ou la nature des terrains marins qu'elle renferme; mais ce sont les dépôts abondants de lignites correspondant à cette époque qui recèlent le plus grand nombre des végétaux terrestres fossiles qui lui appartiennent. Le succin qu'ils contiennent en a souvent conservé des fragments, dont M. Gœppert a pu déterminer la nature; le calcaire grossier de Paris, les argiles de l'île Sheppey, dans la Tamise, nous en ont montré d'autres en grand nombre. On y a ainsi reconnu quelques Mousses et quelques Fougères, des graines de *Chara*, diverses Nayadées, mais surtout quelques Palmiers bien caractérisés, des Conifères très variées, et beaucoup d'arbres, tels que des Noyers, des Protéacées, des Légumineuses, etc.

2° Pendant l'*époque miocène*, les Palmiers deviennent plus nombreux et plus variés; les Conifères et les Arbres amentacés sont nombreux, mais associés à plusieurs formes étrangères à nos climats, indiquant, comme les Palmiers, une température plus élevée et qui permettrait de comparer l'ensemble de cette flore à celle du midi des États-Unis ou des zones tempérées du Mexique.

3° Enfin, pendant l'*époque pliocène*, la végétation revêt presque entièrement les caractères de celle des contrées tempérées de notre globe et de notre hémisphère. Les Palmiers ont disparu; les Conifères se rangent la plupart dans les genres de l'Europe ou de l'Amérique septentrionale; les Amentacées nous offrent, d'une manière évidente, de nombreux représentants de nos genres actuels, des Chênes, des Hêtres, des Charmes, des Bouleaux, des Aulnes, des Ormes, des Noyers, des Peupliers, des Saules, plusieurs Rosacées, Légumineuses, Rhamnées, Acérinées, Éricinées, etc. Aucune forme ne semble appartenir à des végétaux exclusivement propres aux régions équatoriales.

Cependant cette division en trois époques distinctes des végétaux qui ont vécu pendant la période tertiaire est peut-être une conclusion prématurée; très nombreuses en effet sont les différences entre les associations de végétaux observées dans des localités diverses des terrains tertiaires, et il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances sur la succession et le mode de formation de ces terrains, de dire si ces différences tiennent à des conditions locales particulières ou à la diversité des époques de leur formation. Ainsi, pour ne citer que quelques exemples tirés des localités qui, en France, offrent la plus grande variété de fossiles végétaux dans des dépôts tertiaires, plusieurs d'entre eux se rangent sans difficulté dans la flore miocène, telle que nous la définissons ci-dessus : ce sont ceux qu'on a recueillis dans les gypses d'Aix, en Provence, dans les grès des environs du Mans, d'Angers et de Périgueux, où les empreintes de feuilles de Palmiers sont associées à d'autres plantes étrangères à nos climats. Mais plusieurs de ces plantes exotiques dicotylédones se retrouvent dans les dépôts tertiaires d'Armissan, près Narbonne, de Gergovia, près Clermont, et cependant aucune trace de Palmier ne s'y rencontre; ce serait peut-être une époque intermédiaire entre celle des terrains précédents et celle de la vraie flore pliocène, telle que nous l'offrent les schistes de Menat, en Auvergne, et plusieurs localités de l'Allemagne.

L'ensemble de la végétation pendant la période tertiaire conserve donc des caractères généraux analogues à ceux que nous présente le règne végétal considéré à l'époque actuelle, sur le globe entier; mais la nature de cette végétation se modifie avec les époques et les localités, comme elle se modifie de nos jours sur la Terre suivant les climats, pour donner naissance aux flores spéciales de chaque région géographique.

Pour récapituler en quelques lignes cet exposé, déjà très sommaire, des modifications que le règne végétal a subies depuis sa première apparition jusqu'à nos jours, nous rappellerons qu'en faisant abstraction des Cryptogames celluleuses, qui se trouvent en petit nombre à toutes les époques, on peut résumer les caractères généraux du règne végétal dans les époques géologiques de la manière suivante :

1° Dans les premières périodes (carbonifère et permienne), il ne se composait que d'un petit nombre de familles, environ huit, appartenant à deux des grandes divisions du règne végétal seulement, les Cryptogames acrogènes et les Dicotylédones gymnospermes, divisions qu'on peut considérer comme offrant les types les plus simples parmi les végétaux ligneux, mais présentant alors des formes plus variées et un plus grand développement qu'à une époque plus récente.

2° Dans les deux périodes suivantes (vosgienne et jurassique),

le règne végétal reste encore borné à ces deux mêmes divisions, les Cryptogames acrogènes et les Dicotylédones gymnospermes, auxquelles s'ajoutent peut-être quelques Monocotylédones.

Les familles et les genres particuliers aux périodes précédentes ont disparu, les familles variées de Dicotylédones angiospermes qui apparaissent plus tard n'existent pas encore, et le règne végétal est presque toujours borné à quatre familles de végétaux terrestres, les Fougères, les Équisétacées, les Cycadées et les Conifères, dont les formes, quoique plus variées qu'elles ne le sont maintenant sur le sol de l'Europe, constituent cependant des flores assez pauvres, comparativement au nombre des végétaux qui croissent actuellement sur le même sol. C'est du reste un caractère commun à ces premières périodes de l'histoire du règne végétal. Ainsi, tandis qu'à l'époque actuelle l'Europe fournit plus de six mille plantes différentes, les dépôts si nombreux de la période carbonifère n'en ont pas présenté plus de cinq cents, et encore ces espèces ne vivaient-elles pas toutes simultanément, et l'époque correspondant au dépôt d'une même couche en offre-t-elle rarement plus de cinquante à soixante. Les périodes subséquentes sont encore moins riches en espèces, car le nombre de celles-ci y varie de trente à cent vingt pour une même époque.

3° A l'époque crétacée, la nature de la végétation se modifie très notablement par l'apparition des vraies Dicotylédones angiospermes, mêlées cependant à quelques plantes analogues à celles de la période précédente.

4° Mais c'est pendant la période tertiaire que ce caractère acquiert tout son développement; la variété des espèces et celle des familles rappellent tout à fait alors l'époque actuelle, qui n'est, pour ainsi dire, qu'une continuation de la période tertiaire. Il y a, dès cette époque, transformation complète dans la nature de la végétation terrestre par la présence des Dicotylédones angiospermes, c'est-à-dire des végétaux à véritables fleurs parfaites, que tous les naturalistes considèrent comme le degré le plus élevé de l'organisation des végétaux. Si certains groupes de végétaux ont perdu de leur grandeur et de leur variété, comme les Lycopodiacées, par exemple, par la destruction des *Lépidodendron* du terrain houiller, le règne végétal, se perfectionnant dans son ensemble, n'a montré ses formes les plus parfaites ou les plus compliquées, ce que nous considérons comme synonyme, que dans les derniers temps de la formation de la croûte du globe, pendant la période tertiaire.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

26 DÉCEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 39.

SANTORIN ET SES ÉRUPTIONS; par M. **Fouqué**, professeur au Collège de France (¹). Notice sur ce travail.

I.

Santorin, ou pour mieux dire le petit groupe des îles de Santorin, situé dans la mer Égée, vers le sud de l'archipel des Cyclades, à environ 1° de latitude au nord de l'île de Crète, est depuis longtemps le théâtre d'actions volcaniques des plus remarquables. En 1866, une grande éruption s'y déclara, et l'Académie des Sciences, comprenant toute l'importance que pouvait avoir une étude approfondie de ce phénomène, résolut d'y envoyer un géologue expérimenté. Elle fit choix de M. Fouqué, jeune savant déjà avantageusement connu par des recherches sur les produits éruptifs de l'Etna, et les faits constatés par cet explorateur offrirent tant d'intérêt, que le Ministre de l'Instruction publique, M. Duruy, voulut bien lui fournir les moyens de visiter de nouveau Santorin l'année suivante. Plus récemment, en 1875, il y fut envoyé encore une fois par les soins de l'Administration de l'Instruction publique, et ce sont les résultats obtenus ainsi pendant un séjour de plusieurs mois dans ces parages qui ont fourni les principaux éléments du beau travail sur lequel nous voulons appeler aujourd'hui l'attention des lecteurs du *Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique*.

« Le but de ce Livre, dit l'auteur, est de retracer l'histoire du sol de l'archipel santorinote, d'exposer les péripéties qu'il a subies sous l'influence des feux souterrains et de montrer enfin comment il a pris sa configuration actuelle. »

Les premières données fournies par l'histoire relativement aux perturbations subies par le sol dans cette partie de la région égéenne se rapportent à une grande éruption qui eut lieu en

(¹) Un Volume in-4°, avec deux cartes et de nombreuses planches; chez Masson, libraire-éditeur.

l'année 197 avant l'ère chrétienne ; mais les études géologiques de M. Fouqué et des découvertes très intéressantes faites récemment par les archéologues ont permis de remonter beaucoup plus haut et de reproduire à grands traits l'histoire de Santorin à une époque préhistorique.

II.

Jadis Santorin, appelée d'abord Kalisty, n'était constituée que par un massif de roches métamorphiques, des marbres, des gneiss et autres produits sédimentaires d'origine aqueuse, dont une portion se montre encore à découvert dans l'île de Théra (l'île principale du groupe), où elle constitue le mont Saint-Élie [1]; mais, par suite d'éjections volcaniques successives et d'autres phénomènes du même ordre, cette terre s'est beaucoup agrandie et a complètement changé de forme. Aujourd'hui Santorin constitue presque complètement un grand bassin ouvert du côté de l'ouest et limité par trois îles qui semblent être autant de fragments du bord d'un vaste cratère et sont désignées sous les noms de *Théra* (ou de *Santorin* seulement), de *Thérasia* et d'*Aspronisi*, ou *île blanche*.

Théra, située à l'est, occupe plus de la moitié du cercle ainsi tracé, et sa corne septentrionale, terminée par le cap Saint-Nicolas, se trouve à proximité de Thérasia, dont elle est séparée par une passe profonde. La corne méridionale de Théra, appelée le cap Acrotiri, est reliée à cette dernière île, dont l'étendue est peu considérable, par une élévation sous-marine étroite et de forme courbe, vers le milieu de laquelle se montre un rocher constitué par de la lave et connu sous le nom d'Asprouisi. Enfin, au centre du bassin délimité de la sorte se trouve un groupe de petites îles entièrement volcaniques, qui ont surgi du sein de la mer à des époques récentes et qui sont appelées, d'une manière générale, les *Kaménis* ou *îles brûlées*, et distinguées entre elles par les désignations de *Palæa-Kaméni*, de *Néa-Kaméni* et de *Micra-Kaméni*.

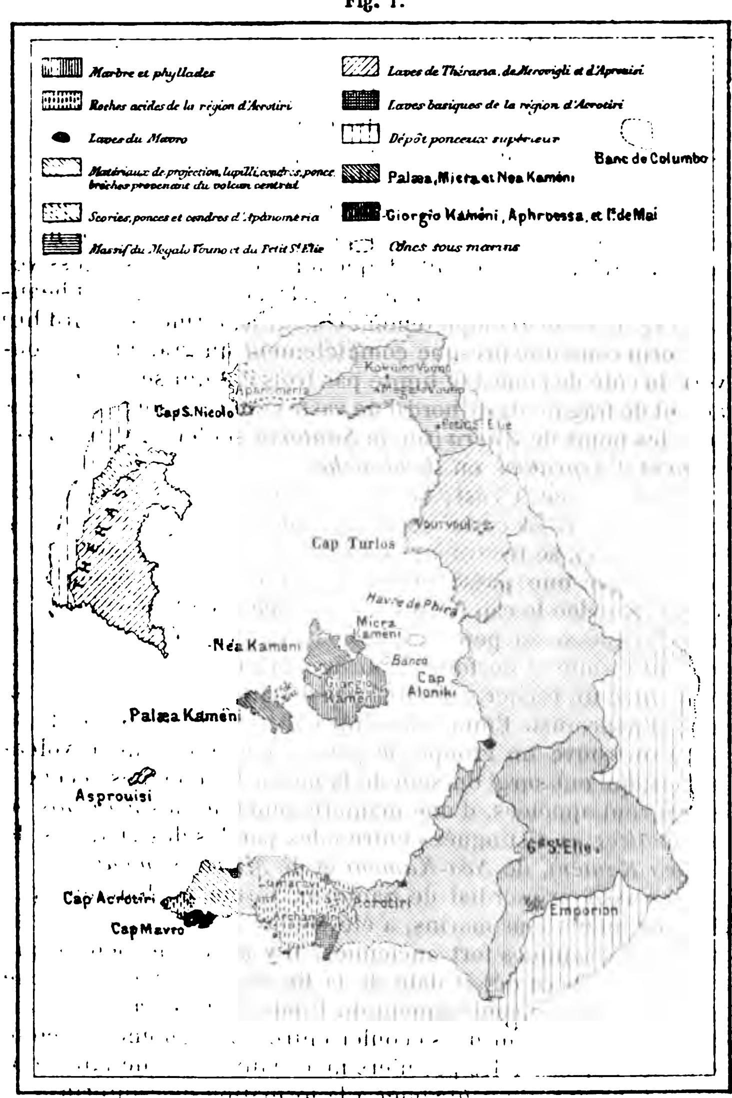
Le massif primordial de Santorin, formé évidemment par des sédiments sous-marins, a été soulevé et disloqué par des actions volcaniques fort anciennes. Il y a lieu de penser que l'émersion de ce dépôt date de la fin de la période miocène et correspond au soulèvement du Pinde et du Parnasse ; mais de longs siècles ont dû s'écouler entre ce phénomène géologique et l'éjection des premiers matériaux d'origine ignée qui sont venus ensuite ~~contribuer à la formation de Santorin.~~

Le plus ancien des nombreux volcans qui, successivement, ont fait éruption dans le voisinage de l'îlot primordial de Saint-Élie donna naissance à une protubérance sous-marine

[1] *Voir* la Carte ci-jointe, *fig.* 1.

formée de tuf et située là où se trouve aujourd'hui le cap Acrotiri, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler.

Fig. 1.



Carte géologique de Santorin.

Par l'effet de perturbations ultérieures, une série de proéminences, formées au fond de la mer, sont venues relier le rocher d'Acrotiri au pied du mont Saint-Élie, et les trois points culminants de cette ligne, encore immergés, mais recouverts

seulement d'une mince couche d'eau, ont formé les éminences appelées maintenant *Archangelo, Lumaravi* et *Acrotiri.* Le trass et les autres roches volcaniques ainsi disposées ont servi de demeure à divers mollusques marins caractéristiques des bandes côtières, car on voit encore les coquilles de ces animaux adhérant à leur surface; mais plus tard elles ont été élevées au-dessus de la surface de la mer et poussées par l'action de forces souterraines à une hauteur de 162^{m} à 213^{m}, niveaux auxquels on les trouve maintenant.

Après le soulèvement dont nous venons de parler, le centre d'activité volcanique s'est transporté à une petite distance vers le nord et, par l'effet d'éjections multipliées, il se forma dans cet endroit un grand cône composé principalement de matières meubles, notamment de lapilli, de ponce et de cendres. L'un des flancs de ce cône s'appuie solidement sur le pied du mont Saint-Élie et ce qui en reste constitue maintenant, vers Acrotiri, la presque totalité de la falaise sud et sud-est de Théra. Du côté opposé, la base de ce même cône s'étendait fort loin vers l'emplacement actuel de Thérasia et vers le point où se trouve aujourd'hui la corne septentrionale de Théra. Elle occupait donc la presque totalité de la baie moderne; le sommet du cône, élevé à une hauteur de 500^{m} à 600^{m}, était tronqué et, au centre de cette protubérance, devait se trouver le cratère du volcan. D'autres bouches d'éjection paraissent s'être ouvertes successivement dans le voisinage et il résulte de l'ensemble des faits observés par M. Fouqué qu'à cette époque le groupe des îles Santorin était représenté par une seule grande île, de forme à peu près circulaire, probablement nue et scoriée sur sa cime, mais boisée sur le haut de ses pentes et offrant, dans sa portion basse, d'une part des marécages facilement accessibles à la mer, d'autre part une longue et fertile vallée. Les anfractuosités de ses contours étaient alors peu marquées; la grande baie qui, de nos jours, sépare Théra de Thérasia n'existait pas, et, si les anciens Hellènes l'ont connue à cette période de son existence, on conçoit qu'ils aient pu l'appeler tantôt *Strongulé*, l'île *ronde*, tantôt *Kalisty*, la *très belle*, désignation qu'elle paraît avoir reçue anciennement.

Postérieurement à la production du grand amoncellement de matières tufacées dont les restes, appuyés sur les couches métamorphiques de Saint-Élie, ainsi que sur les roches plutoniennes du cap Acrotiri, de Lumaravi et de quelques points adjacents, constituent aujourd'hui avec celles-ci toute la partie méridionale de Théra, d'autres éruptions eurent lieu vers le nord, près de la base du grand cône dont nous venons de parler. Elles y donnèrent naissance à des massifs additionnels comparables à ce que les architectes appellent des *loupes*. Le mont Petit Saint-Élie, Megalovouno, les scories, les ponces

et les cendres d'Aponoméria, en un mot, toutes les formations d'origine ignée qui constituent aujourd'hui la corne septentrionale de Santorin, ainsi que le cap Turlos, situé dans l'intérieur de la baie actuelle, datent de ces manifestations du travail volcanique souterrain. Des bouches analogues, situées de la même manière un peu plus à l'écart, fournirent alors les laves dont résultèrent le massif de Thérasia et l'îlot isolé d'Aspronisi; enfin l'île Ronde, considérablement agrandie de la sorte, se trouva fortifiée dans ces places par une sorte de ceinture solidement établie et infranchissable par les vagues; mais, dans les parties intermédiaires, l'espèce de bourrelet marginal dont les parties basses de l'île étaient entourées resta faible, et c'était par ces points que la région basse de l'intérieur communiquait avec la mer d'alentour.

Telle paraît avoir été alors la constitution de l'île unique dont les débris forment maintenant les parties principales du groupe des îles Santorin, savoir Théra, Thérasia et Aspronisi; mais cet état n'était pas destiné à durer toujours et à une période de repos relatif succédèrent de nouveaux cataclysmes : *Strongylé* cessa d'être ronde et changea complètement de forme. L'espèce de dôme constitué par la protubérance centrale du grand cône paraît s'être effondrée et la grande excavation ainsi produite est devenue la baie de Santorin, dont les bords sont entourés de falaises abruptes, tandis que le pourtour extérieur de Théra présente généralement des pentes douces, correspondant à celles formées jadis par le pied du grand cône central de Strongylé.

On ne connaît la date précise ni de ce grand effondrement, ni des éruptions de matières ponceuses qui ont précédé cette catastrophe et donné naissance aux amas de pouzzolanes situés du côté de la corne septentrionale de Théra et sur l'île de Thérasia. Les Grecs paraissent avoir ignoré ces événements mémorables; aucun écrivain de l'antiquité n'y a fait la moindre allusion : ils ont eu lieu quand l'île Ronde était peuplée depuis longtemps et que ses habitants étaient déjà en relations commerciales avec des nations voisines. On en a acquis récemment des preuves incontestables.

Voici comment cette découverte inattendue a été faite.

III.

Il y a quelques années, la compagnie de l'isthme de Suez, ayant entrepris de grands travaux de maçonnerie à Port-Saïd, eut l'idée d'employer la pouzzolane pour la fabrication des ciments nécessaires pour les constructions. Or la pierre ponce de Santorin, associée au tiers ou à la moitié de son poids de chaux, forme un ciment d'excellente qualité, et les ingénieurs, pour s'en procurer, mirent largement à contribution les amas

de cette matière existant sur la côte de Théra et sur la côte de Thérasia. De vastes carrières exploitées à ciel ouvert furent creusées dans ces localités et, en fouillant ainsi le sol, dont l'origine est volcanique, les ouvriers ne tardèrent pas à se trouver parfois arrêtés par la rencontre de nombreux blocs de pierre placés en lignes droites et appartenant évidemment à d'anciennes constructions. On ne fit d'abord que peu d'attention à ces accidents; mais un homme de science, M. Christomanos, professeur de Chimie à l'Université d'Athènes, ayant visité par hasard les carrières de pouzzolane ouvertes sur la côte de l'île de Thérasia, fut frappé par la vue de ces débris; il reconnut qu'il avait sous les yeux des restes de constructions antiques et il comprit de suite l'intérêt que ces restes pouvaient offrir pour l'Archéologie; il en signala l'existence, et un médecin éclairé de Santorin, le Dr Nomicos, en commença aussitôt l'exploration méthodique. Le propriétaire du terrain où se trouvaient quelques-unes de ces carrières, M. Alafonsos, fit ensuite des fouilles pour s'éclairer relativement au caractère de ces débris; en 1867, M. Fouqué à son tour les examina avec soin et plus récemment, en 1870, deux membres de l'École française d'Athènes, MM. Gorceix et Mamet, aidés d'une subvention fournie par le gouvernement français, ont poussé plus loin des recherches analogues.

Au début de ces recherches, quelques archéologues ont pensé que les constructions enterrées de la sorte étaient des tombeaux d'époque hellénique creusés dans le sol, mais il est aujourd'hui bien démontré que ce sont les restes d'anciennes habitations assises sur la lave provenant d'éruptions antérieures à la chute des matières dont est composé le tuf qui les recouvre. On devait se demander également si leur enfouissement était dû à un simple éboulement d'une falaise voisine ou avait été causé par la pluie de produits volcaniques qui a recouvert comme d'un grand manteau blanc la contrée d'alentour, ainsi que le fond de la mer adjacente. Dans le premier cas, l'existence de ces ruines n'aurait jeté aucune lumière nouvelle sur les grands événements géologiques dont Santorin a été la scène, tandis que dans le second cas elle pouvait aider les géologues à établir l'histoire de ces cataclysmes. M. Fouqué s'est donc appliqué à résoudre cette question et il est parvenu à établir non seulement que ces constructions préexistaient à l'éjection des pouzzolanes qui les cachent, mais qu'elles étaient habitées au moment de l'effondrement de la partie centrale de l'île dont est résultée la formation du grand cratère d'enfoncement qui constitue la baie centrale du groupe des îles santorinotes. Le tuf qui entoure et remplit ces maisons n'a subi aucun remaniement et l'état dans lequel on a trouvé ces bâtiments ne peut s'expliquer qu'en attribuant à l'effon-

drement de la baie centrale les accidents dont ceux-ci portent les traces. Dans une des demeures ensevelies de la sorte on a trouvé un squelette humain; ailleurs les fouilles ont mis à jour une multitude de poteries et d'autres ustensiles; on a constaté que le mode de construction de ces maisons anciennes diffère essentiellement de celui en usage soit à Théra, soit à Thérasia. L'examen de tous ces restes, une étude approfondie des matières employées pour la fabrication des poteries et une discussion attentive de la signification de tous les faits individuels observés dans ces localités ont fait reconnaître que cette population, disparue avant les temps historiques, était composée de laboureurs et de pêcheurs, que ces hommes avaient des troupeaux de chèvres et de moutons, qu'ils cultivaient des céréales, faisaient de la farine et extrayaient l'huile des olives, qu'ils fabriquaient des tissus et des filets, des vases faits au tour et bizarrement ornementés, que le bois abondait dans leur île, enfin qu'ils entretenaient avec des nations voisines des relations commerciales. Par l'analyse microscopique des matériaux constitutifs de leurs poteries, M. Fouqué a pu s'assurer de l'existence passée d'une large vallée humide aboutissant à la mer, résultat confirmé d'ailleurs par des données purement géologiques. Enfin, de ces faits et d'une multitude d'autres remarques dont nous ne pouvons rendre compte ici, on est parvenu à fixer approximativement la date des catastrophes qui ont causé la destruction complète de l'antique population de l'île Ronde, dont Santorin représente les débris. Cet événement, qui n'a laissé dans l'histoire aucune trace, doit remonter à 1500 ou 2000 ans avant l'ère chrétienne, époque à laquelle la marine phénicienne était prospère; mais la Grèce commençait seulement à se civiliser, et il est à noter que les traditions relatives au déluge d'Oygès assignent au cataclysme désigné sous ce nom une date analogue; y aurait-il connexité entre ces phénomènes? Dans l'état actuel de nos connaissances, cette question n'est pas résoluble. Mais, quoi qu'il en soit à cet égard, les fouilles de Santorin comme celles de Pompéi nous fournissent des exemples du pouvoir tout à la fois destructif et conservateur de certaines éruptions volcaniques. Sous le rapport artistique, les gisements des antiquités de Pompéi, de Stobée et d'Herculanum sont incomparablement plus précieux que celui de Santorin; néanmoins ce dernier, à raison de sa haute antiquité et de sa signification géologique, est non moins digne d'attention. Les hommes d'étude liront donc avec intérêt le chapitre du livre de M. Fouqué qui y a trait et qui n'a pu être analysé que d'une manière très incomplète dans ce compte rendu sommaire.

Nous n'insisterons pas davantage sur cet épisode de l'histoire géologique de Santorin et nous passerons à l'examen des

phénomènes volcaniques de date plus récente dont la baie limitée par ce groupe a été le théâtre.

IV.

Nous ne savons presque rien concernant les perturbations géologiques qui ont pu se produire à Santorin pendant la longue série de siècles comprise entre l'effondrement de la partie centrale de l'île Ronde, arrivé plus de douze cents ans avant notre ère, et l'année 179 avant Jésus-Christ, époque à laquelle une île de nouvelle formation se montra, comme nous l'avons déjà dit, dans l'intérieur de la baie, à mi-chemin entre Théra et Thérasia.

Il est cependant très probable que la fable relative à l'origine de l'île Kallisty, rapportée par Apollonius de Rhodes dans son poème sur les exploits des Argonautes, fut basée sur la connaissance d'un phénomène du même ordre qui, au dire de Pline, se serait produit dans la quatrième année de la 135e olympiade, c'est-à-dire deux cent trente-sept ans avant l'ère chrétienne, et qui, par erreur, aurait été attribué à la grande île Ronde, dont la formation, beaucoup plus ancienne, n'a pu s'effectuer que peu à peu; mais on ne saurait former à cet égard que des conjectures très vagues.

Nous sommes un peu mieux renseignés au sujet de l'éruption sous-marine qui eut lieu dans ces parages cinquante-six ans plus tard; Strabon et plusieurs autres écrivains anciens en ont parlé avec quelques détails, et, d'après leurs récits, on voit qu'à la suite d'émissions ignées, qui avaient duré quatre jours, une île formée de matières incandescentes et ayant une circonférence de 12 stades (2220^m) fut aperçue pour la première fois entre Théra et Thérasia. D'après le géographe Pausanias, l'apparition de cette île, dénommée *Hiéra-Nisi* (*l'île Sacrée*), ou simplement Hiéra, aurait coïncidé avec la submersion d'une autre île du groupe des Cyclades appelée *Chrysé*. Il y a quelques incertitudes relativement à la date précise de l'événement, mais l'écart ne peut être assez considérable pour nous arrêter ici.

Vers l'an 46 après Jésus-Christ, une autre île surgit à environ 2 stades (370^m) d'Hiéra et reçut le nom de *Thia*.

La plupart des auteurs qui se sont occupés soit de l'histoire, soit de la géographie de Santorin, considèrent Hiéra comme constituant aujourd'hui la partie principale de l'île appelée Palæa-Kaméni, et ils pensent que Thia est la Néa-Kaméni de nos jours, mais de nombreux faits sur lesquels s'appuie M. Fouqué montrent que cette opinion n'est probablement pas conforme à la vérité et qu'en réalité la Kaméni dite *nouvelle* est la sœur aînée de Palæa-Kaméni, ou, en d'autres mots, la Thia des anciens, et que Hiéra a cessé d'exister comme île et ne serait

représentée maintenant que par une protubérance sous-marine située près de la côte est de Néa-Kaméni et appelée le *Banco* (1). En effet, de nos jours, rien ne paraît représenter l'ancienne Hiéra, si ce n'est le Banco, et Palæa-Kaméni, à laquelle le nom de cet îlot avait été ensuite transféré, est, suivant toute probabilité, le résultat de phénomènes volcaniques beaucoup plus récents.

Une longue période de repos suivit l'apparition de Thia, et ce fut seulement en 726 que l'activité volcanique se manifesta de nouveau dans la baie de Santorin. Au commencement de cette année, nous apprennent deux écrivains grecs, presque contemporains de cet événement, Nicéphore et Théophane, on vit les eaux y bouillonner comme si elles avaient été chauffées par une fournaise ardente, puis livrer passage à une vapeur épaisse; une fumée de plus en plus dense s'en échappa, puis des pierres incandescentes furent projetées en l'air; la chaleur devint intense; des blocs volumineux de ponce furent lancés en telle quantité qu'ils couvrirent la surface de la mer sur une immense étendue; les vents transportèrent jusqu'en Asie Mineure et en Macédoine des matières vomies de la sorte;

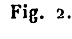
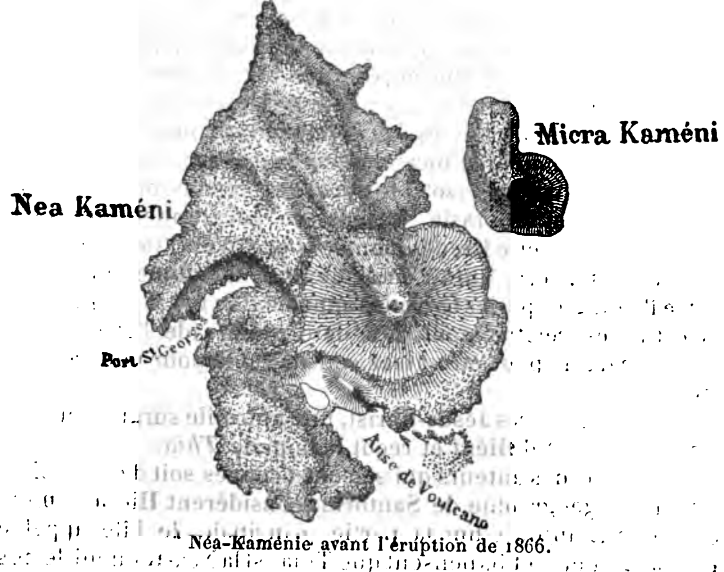


Fig. 2.



Néa-Kaménie avant l'éruption de 1866.

des amas de pierres se formèrent près de la côte de l'île appelée maintenant *Palæa-Kaméni;* enfin un épanchement de lave, encore reconnaissable aujourd'hui, se produisit sur cette côte

(1) *Voir* la Carte, page 195.

et y forma un petit promontoire au nord d'une anfractuosité connue de nos jours sous le nom d'*anse Saint-Nicolas*. L'éruption était donc d'une grande violence, mais le principal cratère dont sortirent les matières rejetées n'a laissé comme trace de son éruption qu'une protubérance sous-marine située à l'est de Banco, non loin de la côte de Théra.

Plus de sept cents ans se passèrent ensuite sans être marqués par aucun événement géologique de quelque importance dans cette localité si tourmentée; mais, en 1457, une nouvelle catastrophe s'y produisit : aucune éruption volcanique ne se manifesta dans cette circonstance, mais une portion considérable de Palæa-Kaméni se détacha de la falaise en produisant un immense fracas et fut engloutie presque entièrement sous les flots. Une inscription latine tracée sur les murs de la chapelle des Jésuites, dans l'ancienne forteresse de Skaro, a conservé le souvenir de ce fait.

En 1570 ou 1573, les auteurs ne sont pas complètement d'accord sur cette date, une autre éruption volcanique se déclara non loin de Banco; elle dura une année entière et elle eut pour conséquence la formation d'une petite île nouvelle, *Micra-Kaméni*. A cette époque, Néa-Kaméni n'existait pas encore et l'on ne connaissait dans la baie de Santorin que Palæa-Kaméni et l'îlot dont nous venons de faire mention.

En 1650, après des tremblements de terre d'une grande violence, dont Santorin eut beaucoup à souffrir, une éruption analogue eut lieu le 4 septembre, à environ 4 milles au nord-est de Théra, mais en dehors de la baie, dans la direction de l'île d'Amogros. Les détonations qui l'accompagnèrent se firent entendre jusqu'aux Dardanelles, situées à près de 400^{km} de Santorin; partout dans l'Archipel on vit flotter à la surface de la mer d'énormes quantités de pierre ponce; dans l'île de Théra, plus de deux cents maisons furent gravement endommagées ou même complètement renversées par les oscillations du sol; la falaise de Mérovigli s'entr'ouvrit, des vapeurs infectes se répandirent au loin et les habitants de Santorin s'attendaient à voir l'île tout entière s'engloutir dans les flots; une obscurité profonde couvrit la région et, au milieu de la fumée et des flammes qui parurent sortir de la mer dans le point le plus agité, on vit poindre une île nouvelle que l'on désigna sous le nom de *Colombo*. Les explosions, les secousses souterraines, les dégagements de gaz fétides, composés en partie d'acide sulfhydrique, se renouvelèrent à plusieurs reprises; des matelots naviguant dans le voisinage périrent asphyxiés; le 6 décembre, l'éruption s'apaisa, le Soleil se montra de nouveau, et, peu à peu, le calme se rétablit; enfin, l'île formée avec tant de fracas se détruisit graduellement et se réduisit bientôt à un petit banc à bords abruptes caché sous une mince couche d'eau. Aujourd'hui, tout ce qui reste de

Colombo est un cône sous-marin dont la cime s'élève à environ 300^m au-dessus du fond de la mer circumvoisine et se trouve par place à 10 brasses seulement au-dessous de la surface de l'eau (¹).

Pendant la seconde moitié du XVIIe siècle et les premières années du siècle suivant, le calme régna partout autour de Santorin; mais, en 1707, l'activité volcanique se manifesta de nouveau dans la baie et, sans être suivie de tout le cortège de phénomènes effrayants qui accompagna l'éruption de 1650, elle eut des conséquences plus durables, car c'est de cette époque que date le commencement de la formation de *Néa-Kaméni*, aujourd'hui la plus grande des trois îles d'origine moderne, située entre Théra, Thérasia et Aspronisi.

Le 27 mai 1707, les habitants de Santorin, après avoir ressenti les jours précédents quelques secousses de tremblement de terre très faibles, aperçurent au lever du Soleil un corps qui semblait flotter à la surface de l'eau entre Palæa-Kaméni et Micro-Kaméni; ils prirent d'abord cet objet pour un navire naufragé, mais bientôt ils reconnurent que c'était un nouvel écueil qui venait de surgir du sein de la mer, sans bruit et sans secousses, dans un endroit où les pêcheurs avaient l'habitude de jeter leurs filets par une profondeur d'environ 8 brasses. L'îlot était composé de roches noires auxquelles adhéraient des huîtres et des oursins vivants : au milieu on y remarquait de la terre blanche et l'on s'aperçut qu'il grandissait à vue d'œil; en quelques jours il arriva à une hauteur d'environ 70^m ou 80^m et il atteignit un diamètre de plus de 500^m, mais en s'élevant ou s'abaissant alternativement et en éprouvant à diverses reprises de grands changements de forme. La mer d'alentour devint de plus en plus trouble, et le 30 juin elle était si chaude que les visiteurs eurent beaucoup de peine à s'approcher de l'île en voie de formation. Celle-ci s'agrandissait de plus en plus, et dans sa partie centrale une éminence commença à se montrer. Jusqu'alors il n'y avait aucune apparence d'éruption, mais le 5 juillet on vit un grand feu sortir de la voûte pierreuse constituée par cette proéminence, et un cratère se forma à son sommet.

Le 16 juillet, au coucher du Soleil, une grande chaîne de rochers noirs, au nombre de dix-sept ou dix-huit, se montra à découvert entre le nouvel îlot et Micra-Kaméni, à environ deux cents pas du premier, dans un endroit où l'on n'avait jamais trouvé le fond. Bientôt ces écueils, en s'élevant de plus en plus, se joignirent par le bas et formèrent un second îlot que l'on appela l'*Île Noire*, tandis que l'on désigna sa sœur aînée sous le nom

(¹) C'est le point désigné sous le nom de *banc de Colombo* dans la Carte, page 195.

d'*île Blanche;* mais, vers le 9 septembre, les deux massifs soulevés de la sorte se trouvèrent réunis par leur base et constituèrent l'île unique appelée désormais la *Néa-Kaméni.*

A dater de ce moment, la partie de Néa-Kaméni constituée par l'île Blanche, et désignée depuis lors sous le nom de *Lophiscos,* ne fit que peu de progrès; cependant, de nos jours, on la distinguait encore dans le voisinage d'une petite anfractuosité de la côte appelée l'*anse de Voulcano,* où elle formait un monticule ponceux haut d'environ 10^{m}; mais beaucoup de rochers nouveaux émergeant peu à peu se réunirent à ceux de l'île Noire qui s'accroissait sans cesse, et le volcan dont nous venons de signaler l'apparition augmenta d'activité; puis de nouvelles bouches s'ouvrirent dans le voisinage du cône principal, des bruits souterrains se firent entendre, des colonnes de fumée, mêlées de flammes, s'élevèrent à de grandes hauteurs, à diverses reprises le cratère central lança dans l'atmosphère des pierres incandescentes et même de grandes gerbes d'étincelles qui retombaient en pluies d'étoiles et illuminaient toute la surface de l'île. Les décharges devinrent si furieuses qu'elles faisaient vibrer avec violence les fenêtres et les portes des maisons de Théra, à une distance de 3 ou 4 kilomètres, et de grosses pierres allèrent tomber en grand nombre sur Micra-Kaméni ou même plus loin. Cet état de grande activité volcanique persistait encore en octobre; il diminua ensuite, mais il s'accrut de nouveau vers le 10 février suivant, et jusqu'au milieu de mai tout se continua à peu près de la même manière : Néa-Kaméni ne cessait pas de grandir. Le 15 juillet 1708, lorsque le P. Tarillon, l'un des membres des missions du Levant, y descendit, cette île mesurait environ 5000 pas de tour et avait à peu près 70^{m} de haut; elle était encore couverte de vapeurs suffocantes. D'épais nuages de cendres s'échappaient de son cratère et l'eau de la mer, près de la côte, était si chaude que le goudron dont la barque des visiteurs était garnie fut presque entièrement fondu et enlevé. En 1710, l'île paraissait encore en feu et, l'année suivante, lorsque d'autres voyageurs s'y rendirent, elle avait grandi notablement; on estima la hauteur de son cône d'éjection à plus de 400 pieds et son pourtour à 5 ou 6 milles. On n'y trouva alors que trois bouches en activité; mais, à dater du 14 septembre, le volcan cessa d'être le siège de phénomènes violents. L'éruption dura donc en tout cinq ans et demi et, dans l'endroit où l'île Blanche avait pris naissance, quelques signes d'activité se manifestèrent encore pendant plus d'un siècle et demi, jusqu'au moment où la grande éruption de 1866 commença.

En résumé, nous voyons donc que l'origine de Néa-Kaméni fut d'abord due à un soulèvement du sol dont le fond de la mer était probablement formé et qu'ultérieurement des blocs arrachés aux parois de la cheminée volcanique et d'autres ma-

tières rejetées du sein de la Terre sont venus contribuer à l'agrandissement de cette île, dont les dimensions dépassèrent bientôt celles de ses deux devancières, Palæa-Kaméni et Micra-Kaméni. Elle avait alors la forme d'un triangle scalène dont l'angle aigu était dirigé vers le nord; ses côtes présentaient deux échancrures principales, situées l'une à l'opposé de Micra-Kaméni, et appelée le *port Saint-Georges*, l'autre au sud-ouest, au pied du Lophiscos, et désignée sous le nom d'*anse de Voulcano*. Sa superficie était d'environ 65^{ha}; mais son accroissement ne devait pas s'arrêter à cette période de son existence et l'éruption de 1866 augmenta beaucoup son étendue.

Ce dernier phénomène a été étudié très attentivement, jour par jour; des publications intéressantes ont été faites sur ces diverses phases par plusieurs habitants de Santorin, par une personne qui y habitait même en hiver pour garder les maisons d'une station de bains située dans l'anse de Voulcano, par les membres d'une Commission scientifique que le gouvernement grec avait chargée spécialement de ce travail et par divers géologues étrangers, parmi lesquels figure au premier rang M. Fouqué, dont les recherches originales ont une haute portée.

(*La suite prochainement.*)

DESCRIPTION DE DEUX OISEAUX NOUVEAUX DES ILES SOOLOO;
par M. **E. Oustalet.**

Jusqu'à ces derniers temps, la faune ornithologique des îles Sooloo, situées entre la pointe nord-est de Bornéo et la presqu'île occidentale de Mindanao (Philippines), était encore à peine connue. Aussi M. R. Bowdler Sharpe, dans le Catalogue qu'il a publié en 1879 dans les *Proceedings* de la Société zoologique de Londres, n'avait-il pu mentionner qu'une vingtaine d'espèces, en tenant compte des oiseaux recueillis dans l'île Mangsi par les naturalistes attachés à l'expédition américaine de 1838-1842, et de ceux qui ont été envoyés en Angleterre à une date beaucoup plus récente par un botaniste, M. Burbidge, chargé d'une mission aux îles Sooloo. Toutefois, ce dernier naturaliste, dans des notes communiquées à M. Sharpe, avait indiqué la présence dans cet archipel d'autres oiseaux dont il n'avait pu obtenir de spécimens : il avait cité, par exemple, un Chat-huant de taille plus forte que celui de nos pays, un Aigle pêcheur (*Haliastur intermedius?*), un Busard blanc, un Martin-pêcheur à dos bleu (*Halcyon chloris*), identique à celui de Bornéo, un Engoulevent, un Faisan à dos de feu, des Râles et des Courlis. Il était donc à prévoir que des recherches ornithologiques entreprises dans l'archipel de Sooloo donneraient d'excellents résultats. C'est ce qui est arrivé en effet, et dans la collection envoyée récemment au Muséum par deux naturalistes

chargés d'une mission par le Ministère de l'Instruction publique, MM. les Drs Montano et Rey, se trouvent non seulement la plupart des espèces mentionnées par M. Sharpe, mais encore deux ou trois espèces qui n'ont point été signalées jusqu'à ce jour. L'une appartient au sous-ordre des Rapaces nocturnes et, pour préciser davantage, au genre *Athene* de Bonaparte; l'autre se rapporte aux Passereaux syndactyles de Cuvier et au genre Calao (*Buceros*); en un mot, c'est un de ces oiseaux dont le bec, extraordinairement développé, est surmonté d'un casque, et dont les doigts antérieurs sont soudés sur une partie de leur longueur. Ces Calaos, qui vivent dans les contrées tropicales de l'ancien monde, se nourrissent principalement de fruits.

Les îles Philippines et les Moluques nourrissent plusieurs espèces de ce genre, qui toutes sont différentes de celle que MM. Montano et Rey ont rencontrée aux îles Sooloo. Cette dernière, en effet, mesure environ 0m,80 de long; son bec, d'un noir mat, est surmonté d'un casque haut de 0m,03, arrondi en dessus, aminci et coupé droit en avant, et de même couleur que le bec; sa tête et son corps sont d'un noir glacé de vert; sa queue est toute blanche. Chose curieuse, cet oiseau se rapproche beaucoup, par la forme de son casque et de son bec ainsi que par la nature des plumes de son cou, d'une espèce de l'Afrique occidentale, *Buceros* (*Sphagolobus atratus*), qui d'ailleurs a la queue noire avec une large bande blanche au bout des pennes latérales. Je proposerai de donner à ce Calao des îles Sooloo le nom de *Buceros Montani*. Quant à la Chouette qui provient du même archipel, on peut la distinguer immédiatement de l'espèce commune des Philippines (*Ninox philippensis*) par sa taille plus forte (0m,29), par ses ailes beaucoup plus longues et dépassant même l'extrémité de la queue, et enfin par son plumage roux, rayé transversalement de brun sur la tête et sur les épaules. Par ce dernier caractère, la Chouette des îles Sooloo, qui pourra être appelée *Ninox Reyi*, ressemble un peu au *Glaucidium* ou *Athene cuculoides* de l'Indo-Chine, espèce dont les ailes sont, du reste, beaucoup moins développées.

Les météores du 14 novembre 1880, observés à Moncalieri (Italie).

Note du P. Denza.

Le brouillard et les nuages ont empêché presque entièrement les observations que nous nous étions proposé de faire dans notre Observatoire, durant les nuits du 12 au 15 novembre, sur l'apparition météorique qui se produit ordinairement dans cette période.

Ce fut seulement au matin du 14, le jour le plus important pour l'étude du phénomène, que les nuages et les brouillards

commencèrent peu à peu à s'éclaircir. C'est un peu avant 5^h que le ciel devint serein et propice pour de bonnes observations. Nous nous mîmes donc à l'œuvre, et nous examinâmes le ciel de 5^h à $5^h 45^m$, c'est-à-dire jusqu'au moment où la lumière du jour naissant nous obligea à nous retirer.

Les résultats obtenus dans un temps si court furent assez satisfaisants. Quatre observateurs comptèrent trente-sept étoiles en trois quarts d'heure, ce qui fait environ cinquante météores à l'heure, c'est-à-dire plus de douze météores par observateur, tandis que l'année dernière on n'arriva qu'à quatre, ou six au plus.

Plus du tiers des étoiles apparues, c'est-à-dire treize, appartenaient à l'essaim des Léonides. Elles brillaient toutes dans la région du ciel placée dans la faux du Lion, dont la position moyenne est

$$\alpha = 147°, \quad \delta = + 23°;$$

c'est à peu près la position qui a été déterminée l'année dernière par les observateurs anglais, ou celle du radiant ordinaire du grand courant des Léonides.

Un autre essaim bien défini se montra vers la Grande Ourse. Sept météores soigneusement déterminés donnèrent pour radiant de cette pluie le point

$$\alpha = 157°, \quad \delta = + 46°$$

qui se trouve près des étoiles λ et μ de la Grande Ourse.

Les météores de ces deux essaims, surtout ceux du Lion, ont été les plus beaux. En effet, des treize Léonides, deux étaient d'une grandeur supérieure à la 1re, deux de 1re grandeur, quatre de 2e, quatre de 3e et seulement une de 4e grandeur.

Dans les Léonides dominaient la couleur rouge et la couleur bleuâtre; la couleur des autres était variable entre le blanc et le bleu.

Plusieurs des premiers étaient suivis d'une queue lumineuse, et presque tous se montraient ordinairement par groupe de deux et même plus à la fois.

Parmi tous les météores observés, le plus beau fut la Léonide apparue à $5^h 4^m 23^s$ dans la constellation de l'Hydre; son noyau, plus grand que Jupiter, resplendissait d'une lumière bleuâtre très vive, et laissa derrière lui une traînée brillante de la même couleur. Les points extrêmes de sa trajectoire sur la voûte céleste ont été :

Commencement..	$\alpha = 131°$	$\delta = - 3°$
Fin............	$\alpha = 124°$	$\delta = - 18°$

Nos observations, bien que peu nombreuses et de courte durée, confirment celles qui ont été faites l'année dernière dans

quelques endroits de l'Angleterre et de l'Amérique, et montrent que les Léonides ont acquis une plus grande vigueur dans ces dernières années; nous avons donc traversé une partie, bien que faible, du courant météorique qui nous a donné les spectacles solennels des années 1866-68. Les autres observations italiennes, qui ne nous sont pas encore parvenues, pourront peut-être donner un plus grand poids à notre conclusion.

La lumière zodiacale d'opposition était très brillante vers l'orient, sur le fond pur du ciel, s'élevant jusqu'au delà de la queue du Lion.

Nouveau tableau pour l'étude de la Cosmographie; par M. Tremeschini.

M. Tremeschini, Membre de l'Association, et dont les travaux sur les étoiles filantes ont été publiés dans le *Bulletin*, vient d'adresser à la Société un tableau en relief relatif à l'étude de la Cosmographie, qui, croyons-nous, est destiné à rendre des services.

Le système se résume en un tableau de $0^m,55$ de largeur sur $0^m,42$ de hauteur. Le milieu du tableau représente, *en relief*, la Terre et la Lune vues de l'espace à douze différentes époques de l'année. Plus bas, une seconde reproduction du même système terrestre-lunaire, toujours *en relief*, se présente de profil. Tout autour, une légende explique les détails et l'ensemble du tableau.

Ce qui ressort d'intéressant de ce mode de représentation, c'est qu'il nous fait, pour ainsi dire, assister en spectateurs à la production des phénomènes qui intéressent le plus directement notre planète, et qu'il nous permet d'embrasser et de saisir d'un simple coup d'œil les différentes causes des éclipses, des phases lunaires, de la variété des saisons, de l'inégalité incessante dans la durée des jours et des nuits, et de tous les phénomènes que les jeunes intelligences ne comprenaient qu'après beaucoup d'efforts.

M. **A.-L. Ternant** envoie à l'Association un Ouvrage intéressant faisant partie de la Bibliothèque des merveilles et ayant pour titre *Les Télégraphes* (Librairie Hachette et Cie).

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

2 JANVIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 40.

CONFÉRENCES SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES.

AVIS.

Ces conférences scientifiques et littéraires auront lieu, comme d'ordinaire, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, les samedis, à 8ʰ30ᵐ du soir; elles commenceront le 15 janvier pour se terminer le jeudi 21 avril. Elles auront lieu dans l'ordre suivant :

15 janvier.

1° M. **Faye**, membre de l'Institut, inspecteur général de l'enseignement supérieur : *La Lune.*

22 janvier.

2° M. **Bertin**, directeur des études à l'École Normale supérieure : *Les miroirs magiques.*

29 janvier.

3° M. **Hément**, inspecteur de l'instruction publique : *L'art de faire parler les sourds-muets et de les instruire.*

5 février.

4° M. **Wolf**, astronome à l'Observatoire de Paris : *Les satellites de Mars.*

12 février.

5° M. **Simonin**, ingénieur : *L'Afrique occidentale et le chemin de fer transsaharien.*

19 février.

6° M. **Gebhart**, Professeur à la Faculté des Lettres de Paris : *Le procès et la mort de Savonarole.*

26 février.

7° M. **Davanne**, vice-président de la Société française de Photographie : *La Photographie appliquée aux sciences.*

5 mars.

8° M. le D[r] **Regnard**, professeur à l'Institut national agronomique, directeur adjoint du Laboratoire de Physiologie de l'École des Hautes Études : *Sommeil et Somnambulisme.*

12 mars.

9° M. **G. Bonnier**, maître de conférences à l'École Normale supérieure : *Utilisation des plantes par les insectes.*

19 mars.

10° M. **G. Perrot**, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Lettres : *Les découvertes de M. Schliemann à Troie et à Mycènes.*

26 mars.

11° M. **Pasqueau**, ingénieur des Ponts et Chaussées : *Les Embâcles de glaces en* 1879-1880.

2 avril.

12° M. **G. Duruy**, professeur d'Histoire au Lycée Henri IV : *Benvenuto Cellini.*

9 avril.

13° M. **Jordan**, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures : *Les progrès récents de l'Industrie du fer.*

Jeudi 21 avril.

14° M. **Chappuis**, agrégé de l'Université : *L'ozone.*

COURS DE PHOTOGRAPHIE.

A la suite de la conférence du 26 février, M. **Davanne** fera pour l'Association scientifique un Cours théorique et pratique de Photographie. Les leçons auront lieu les mardis à $8^h 30^m$ du soir.

Nous rappellerons à Messieurs les Sociétaires que les Cartes, dont la présentation est nécessaire pour entrer dans l'amphithéâtre, ont été renouvelées cette année et se trouvent à la disposition des Membres, au bureau de M. Cottin, Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne, escalier n° 3. Ce bureau est ouvert tous les jours de 1^h à 4^h.

Les Membres perpétuels qui en feront la demande pourront avoir des places numérotées qui leur seront réservées, mais

dont on disposera dix minutes avant l'ouverture de la séance si elles ne sont pas occupées.

Les Membres qui préféreront remplacer leur carte par une médaille devront en faire la demande au Secrétariat ([1]).

Les personnes qui désireront faire partie de l'Association et avoir à ce titre leur entrée aux conférences devront en faire la demande par écrit.

Mort de M. Chasles, Membre de l'Institut

Ce géomètre illustre est mort à Paris le 18 décembre, et, lors de son enterrement, le discours suivant a été prononcé par M. Bertrand, l'un des secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences :

« La France perd une de ses gloires, les Membres de l'Académie des Sciences un ami excellent, dévoué à chacun et à tous, gardien et modèle, tout ensemble, de la bonne confraternité, dont son souvenir vénéré maintiendra parmi nous la tradition plus vivace et plus forte.

» Je n'ai rien à apprendre aux amis, aux admirateurs de M. Chasles, qui se pressent si nombreux autour de son cercueil : accessible à tous, il était pour tous affectueux et confiant; dévoué sans réserve aux belles études qui ont fait sa gloire, il faisait paraître une égale et active bienveillance pour tous ceux qui, dans les directions les plus diverses, suivaient les grandes voies de la Science.

» L'ardeur communicative de M. Chasles pour la Géométrie se montra presque dès l'enfance : élève de Mathématiques élémentaires au Lycée impérial, il communiquait aux élèves des Collèges rivaux les problèmes et les exercices de chaque semaine, demandant, sans l'exiger, les questions proposées par leurs maîtres; dans cet échange de problèmes difficiles et d'élégantes solutions, organisé par le jeune lycéen, on peut croire aisément que le futur géomètre avait souvent la meilleure part.

» Lorsqu'en 1814 M. Chasles quitta l'École Polytechnique brusquement licenciée, sa première préoccupation fut pour ses camarades; plus d'un, dans son embarras, trouva près de lui plus que de bons conseils. Rappelé à Chartres par sa famille, il y offrit l'hospitalité à son jeune et brillant condisciple du Lycée impérial, Gaëtan Giorgini, qui, entraîné par lui vers la Géométrie et guidé dans ses premiers pas, avait assez bien profité de ses leçons et fait assez de progrès pour lui enlever le prix d'honneur au Concours général et le premier rang à l'École Polytechnique.

([1]) *Voir* l'avis inséré dans le *Bulletin* du 27 juin 1880.

» Les élèves furent admis à subir leurs examens. M. Chasles, classé dans le génie, s'apprêtait à partir pour Chartres; il voulait embrasser sa mère avant de se rendre à Metz et lui montrer son uniforme d'officier, quand il reçut la visite du père d'un de ses camarades : « Mon fils, lui dit-il, est le premier des » élèves qui n'ont pas obtenu de place; vous avez hésité, je le » sais, à accepter l'épaulette; votre refus aurait assuré à votre » camarade une carrière qui lui plaît et pour laquelle j'ai fait » les derniers sacrifices; il m'est impossible de les continuer » pour lui en préparer une autre. » M. Chasles ne répondit rien; il partit pour Chartres. En arrivant, sa résolution était prise : il annonça à sa mère qu'il resterait près d'elle.

» Toujours passionné pour la Géométrie, il résolvait de beaux problèmes, comme au Collège, trouvait chaque jour d'élégants théorèmes, inventait des méthodes générales et fécondes, sans attirer l'attention des maîtres de la Science et sans y prétendre. « Que de talent perdu ! » disaient les plus bienveillants, sans songer même à traiter d'égal ce jeune homme obstiné à approfondir les théories élémentaires, et qui bientôt peut-être devait, par elles, s'élever bien au-dessus d'eux.

» Sans s'attrister, sans se plaindre, sans se décourager surtout, M. Chasles poursuivait son œuvre, et sur le terrain qu'il aimait il a trouvé la gloire, sans avoir rien fait pour l'atteindre, si ce n'est quelques chefs-d'œuvre.

» Le premier qui s'imposa à l'attention fut l'admirable *Aperçu historique*, qui, sous ce titre plus que modeste, restera l'œuvre la plus savante, la plus profonde et la plus originale qu'ait jamais inspirée l'histoire de la Science.

» Plus d'une fois, M. Chasles, sans abandonner la méthode géométrique, a montré avec un rare bonheur qu'un même lien mystérieux et étroit réunit et rapproche toutes les vérités mathématiques. On lui doit, dans l'une des théories les plus hautes et les plus difficiles du Calcul intégral, d'élégants théorèmes admirés des analystes; il a ajouté à la Mécanique un Chapitre devenu classique sur le déplacement des corps solides; il a rencontré dans la théorie de l'attraction les plus beaux théorèmes et les plus généraux, qui ont renouvelé la théorie de l'électricité statique. Sans essayer ici une énumération infinie, comment ne pas citer encore, entre tant d'œuvres originales et célèbres, ses beaux travaux sur l'attraction des ellipsoïdes? Admirés et loués par Poinsot, ils ont eu la fortune d'exciter entre les analystes et les purs géomètres une noble émulation, longtemps prolongée au très grand profit de la Science.

» M. Chasles a poursuivi son œuvre sans interruption depuis sa sortie du Lycée jusqu'à l'âge de quatre-vingt-sept ans. Soixante-huit années séparent la première Note de l'élève Chasles, in-

sérée dans la *Correspondance sur l'École Polytechnique*, du dernier Mémoire présenté à l'Académie des Sciences. Tous les géomètres, sans distinction de nationalité ni d'école, se sont inclinés devant ce vénérable vieillard; tous ont admiré sa puissance d'invention, sa fécondité, que l'âge semblait rajeunir, son ardeur et son zèle, continués jusqu'aux derniers jours.

» La vie de M. Chasles a été heureuse et simple; il a trouvé dans la Science, avec les plus grandes joies, une gloire qui sera immortelle, et dans la vive affection de ses amis, dans leur assiduité empressée aux réunions où il les conviait avec une grâce si aimable, dans leur respectueuse déférence en toute circonstance, la consolation de sa vieillesse. »

Santorin et ses éruptions; par M. **Fouqué**, professeur au Collège de France. Notice sur ce travail [suite (1)].

V.

Les premiers indices du dernier réveil de l'activité du foyer volcanique qui avait donné naissance aux Kaménis (2) furent remarqués le 26 janvier 1866 et consistèrent en l'éboulement de blocs sur les pentes du cône de Néa-Kaméni, en trépidations du sol qui endommagèrent les maisons les plus voisines de l'anse de Voulcano (3) et en bruits souterrains. Le lendemain, ces phénomènes augmentèrent d'intensité. Le 31 janvier, des bulles de gaz en nombre incalculable se dégagèrent des eaux de l'anse de Voulcano, la température de la mer s'y éleva notablement, un affaissement du sol se manifesta vers la pointe de l'île et les maisons commencèrent à s'écrouler. Enfin, le 1er février, de grand matin, des flammes apparaissaient sur la côte ouest de l'anse et à la surface de la mer adjacente. Le même jour on constata que la zone sud-ouest de Néa-Kaméni s'était couverte de crevasses, qu'une grande fente s'étendait du voisinage du port Saint-Georges à travers le cône et, en se bifurquant, gagnait le cap Phleva, qui forme la pointe sud de l'île. Bientôt la mer bouillonna fortement dans l'anse de Voulcano, sans présenter dans le reste de la baie de Santorin des mouvements anormaux; des dégagements de gaz acide sulfhydrique rendirent l'air suffocant et se firent sentir jusqu'à Théra; puis, à diverses reprises, des flammes et d'épaisses vapeurs blanches se montrèrent de nouveau et la surface de la mer se colora en rouge. Enfin, le 4 février, on vit poindre près du bord de l'anse un récif nouveau, dont l'apparition ne fut accompagnée d'aucune secousse de tremblement de

(1) La première partie de cette Notice a été insérée dans la précédente livraison du *Bulletin hebdomadaire*, p. 193.

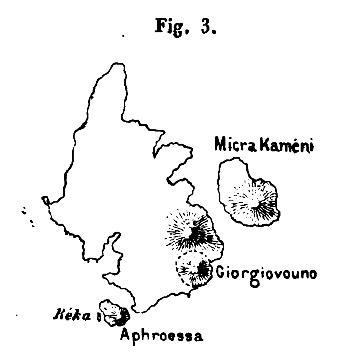
(2) *Voir* la carte de Santorin, p. 195.

(3) *Voir* la carte n° 2, p. 201.

terre ni d'aucun bruit souterrain. Ce récif, éloigné d'environ dix pas du rivage adjacent, grandit rapidement; vers 11^h du matin il constituait un îlot, long d'environ 25^m, ayant 8^m à 10^m de largeur et une dizaine de mètres en hauteur. A sa surface on distinguait des débris du fond de la mer, tels que des morceaux de ponce arrondis, des galets, des fragments de coquilles, enfin une pièce de bois longue de 15^m à 20^m, provenant d'un bateau démoli quinze ans avant dans l'anse de Voulcano et demeuré enfoui dans la vase du littoral.

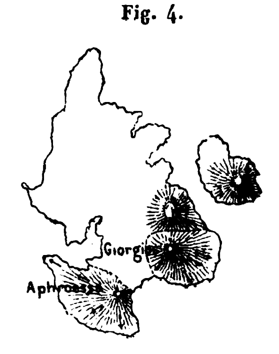
L'accroissement de l'île continua à se faire sans secousses, sans projections et silencieusement, mais avec une telle rapidité, que les spectateurs avaient peine à suivre du regard ses progrès et les changements incessants produits dans la disposition des blocs dont elle était formée. Pendant la nuit suivante, les marins qui stationnaient dans le voisinage virent sur divers points les roches devenir incandescentes, des lueurs phosphorescentes apparaître à la surface des petites mares de la partie sud de Néa-Kaméni et de grandes flammes rouges et intermittentes sortir de la fente qui sillonnait le cône. Le lendemain (7 février), un observateur attentif du phénomène, M. de Cigalla, vit le massif nouveau continuer à émerger et grandir par l'adjonction incessante de bancs de laves compactes; les blocs ne formaient plus un récif, mais un monticule d'environ 70^m de longueur sur 30^m de largeur et environ 20^m de hauteur.

Fig. 3.



Néa-Kaméni en mars 1864.

Fig. 4.



Néa-Kaméni le 1er mai 1866.

M. de Cigalla désigna sous le nom de *Giorgio-Nisi* ou *Giorgio* cet îlot, dont la longueur doubla dans les vingt-quatre heures suivantes et dont la cime ne présentait encore aucune trace de cratère. Lorsque les membres de la Commission scientifique venus d'Athènes visitèrent de nouveau ces lieux le 12 février, ils trouvèrent que Giorgio n'était plus une île : il était réuni à la partie sud-ouest de Néa-Kaméni.

Le 13 février fut signalé par la formation d'un nouveau centre

d'éruption en face du cap Phleva. A plusieurs reprises, des rochers s'élevèrent au-dessus de la surface de la mer, puis disparurent sous l'eau; une émission de lave se faisait évidemment dans ce point, et bientôt cinq de ces blocs restèrent émergés en formant un amoncellement auquel les savants dont je viens de parler appliquèrent le nom de leur navire, *Aphroessa*. L'îlot ainsi constitué continua à grandir, et dans le courant du mois de mai il était déjà, comme Giorgio, largement soudé au massif primordial de Néa-Kaméni.

Nous ne suivrons pas jour par jour les diverses manifestations de l'activité volcanique qui accompagnèrent l'agrandissement de ces deux terres nouvelles, mais nous ne pouvons passer sous silence un phénomène dont le monticule de Giorgio offrit le spectacle dans la matinée du 20 février. Vers $9^h 30^m$ du matin, une explosion épouvantable s'y fit entendre. Des milliers de pierres incandescentes lancées dans l'atmosphère à une immense hauteur retombèrent de toutes parts, blessèrent deux des membres de la Commission scientifique et mirent le feu aux broussailles dont les anciens cratères de Néa-Kaméni et de Micra-Kaméni étaient couverts; le pont d'un bateau à vapeur amarré à l'est de cette dernière île fut troué par un de ces projectiles et plusieurs hommes de l'équipage du navire furent atteints; des cendres furent portées jusque sur Théra. Les jours suivants, des phénomènes volcaniques analogues se produisirent plusieurs fois; enfin des typhons, qui débutaient à une hauteur de 100^m à 300^m dans les nuages de vapeurs sortis d'Aphroessa ainsi que de Giorgio, se montrèrent pour la première fois et descendirent à terre, en affectant des formes variées et en s'élargissant vers le bas.

Le 8 mars, M. Fouqué, récemment arrivé de France et accompagné d'un de nos géologues les plus distingués, feu M. de Verneuil, effectua l'ascension du Giorgio, réputé jusqu'alors inaccessible, et il constata que, malgré les grandes et nombreuses éruptions qui y avaient eu lieu, il n'y existait aucune grande cavité cratériforme, mais seulement des fentes allongées du nord au sud. Le cône était formé d'une multitude de blocs de dimensions très inégales, empilés dans le plus grand désordre et sans aucune liaison entre eux. La roche qui les composait était tantôt rugueuse et scoriacée, le plus souvent compacte et vitreuse. La température s'y élevait de 30° à 40°. De nombreuses fumerolles se rencontraient entre ces pierres, et dans quelques-unes des fentes on apercevait la lave incandescente.

Pendant que tout cela s'accomplissait dans la région souterraine de Néa-Kaméni, la configuration du fond de la mer entre cette île et Palæa-Kaméni subissait des modifications considérables. Des sondages effectués par M. Palosca indiquèrent des

profondeurs de 40 à 70 brasses seulement en des points où une profondeur de 103 brasses avait été constatée précédemment. Le soulèvement du sol n'était donc pas limité aux environs immédiats de Giorgio et d'Aphroessa.

Il est également à noter qu'en explorant les abords d'Aphroessa M. Fouqué y découvrit un autre îlot de nouvelle formation, auquel il donna le nom de *Rika,* en l'honneur d'un bâtiment de la marine autrichienne dont les officiers l'avaient aidé à visiter ces parages, où les matelots de Santorin refusaient de s'aventurer. Le jour suivant, Rika était réuni à Aphroessa.

Pendant les mois d'avril et de mai, des manifestations de l'activité volcanique similaires à celles du mois de mars continuèrent à se produire avec des degrés de violence variables, et Aphroessa s'étendit beaucoup plus que Giorgio, sans donner lieu à des phénomènes nouveaux d'une importance considérable, si ce n'est l'ouverture d'un petit cratère d'explosion situé sur l'ancien sol de Néa-Kaméni au pied du cône, un déplacement notable de la partie culminante du monticule de Giorgio et l'apparition d'une série de nouveaux écueils à une certaine distance en mer au sud-est d'Aphroessa. Ces rochers, formés de lave, se montrèrent le 19 mai lorsque l'écoulement des laves d'Aphroessa se trouva arrêté du côté du nord par le fait de leur jonction avec l'ancienne côte de Néa-Kaméni; elles paraissent provenir de bouches sous-marines servant comme d'émonctoires pour ces produits, et en grandissant elles ont donné naissance à deux îlots désignés sous le nom des *îles de Mai* (1). Cet épisode de l'histoire du volcan de Néa-Kaméni présente pour le géologue un intérêt particulier, car il nous fournit un excellent exemple d'éruption sous-marine arrêtée à son début.

Le mois de juin a été signalé par la cessation des phénomènes éruptifs sur Aphroessa. L'extinction de ce foyer s'est opérée graduellement; mais à ce moment les explosions de Giorgio continuaient à être aussi fréquentes et aussi violentes que précédemment. Le 20 juin, le mamelon central de ce volcan avait disparu; le sommet du cône, vu de Phira, paraissait tronqué obliquement, et ses flancs se couvrirent d'un manteau de cendres. En juillet, il y eut encore de violentes explosions, beaucoup de pierres projetées au loin et de grandes pluies de cendres. Au commencement d'août, le cratère de Giorgio, échancré vers le sud, livra passage à des torrents de lave, et pendant les trois derniers mois de l'année 1866 l'éruption continua sans donner lieu à aucun événement remarquable, si ce n'est que l'île s'agrandissait de plus en plus, comme on peut le voir par les cartes ci-jointes. Il en fut à peu près de même

(1) *Voir* la Carte n° 5, page 217.

pendant les deux années suivantes, et pendant les années 1869 et 1870 les explosions devinrent moins fréquentes et en général moins fortes; elles cessèrent le 15 octobre. Mais l'extinction du volcan n'était pas encore complète, et, lorsque M. Fouqué retourna à Santorin en 1875, les dégagements de vapeur et de gaz n'avaient pas cessé.

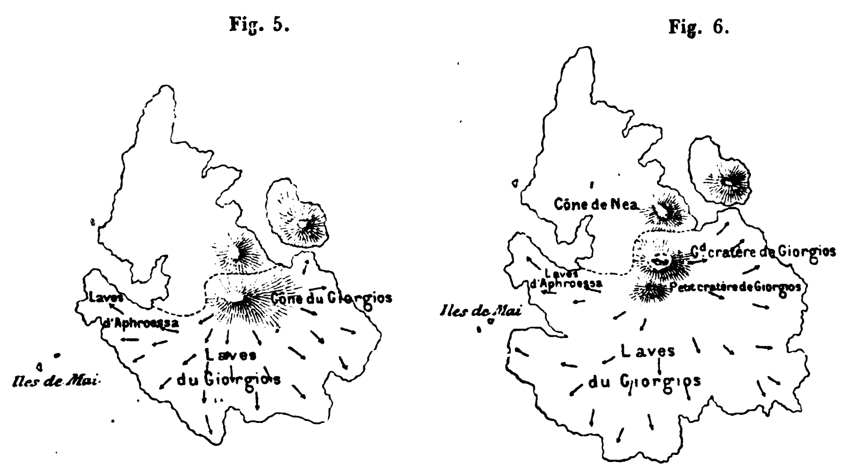


Fig. 5. Néa-Kaméni en février 1867.

Fig. 6. Néa-Kaméni en septembre 1870.

En résumé, par les effets de l'éruption de 1866, l'île de Néa-Kaméni a été plus que triplée d'étendue et sa configuration a été complètement changée; mais ce n'est pas la constatation et la discussion de ces faits, observés en partie par M. Fouqué, en partie par d'autres géologues, qui donnent au travail de ce savant son principal intérêt. Les études faites à Santorin par M. Fouqué avaient surtout pour objet la solution de deux questions d'une importance plus grande : quelle était la nature des gaz, des vapeurs et des autres produits rejetés du sein de la Terre pendant l'éruption, et peut-on expliquer par la théorie des cratères de soulèvement la formation du grand bassin qui constitue la baie de Santorin?

Voyons maintenant quelles sont les lumières jetées sur ces questions par les travaux de cet investigateur.

VI.

L'éruption récente de Santorin a, comme la plupart des manifestations volcaniques de ce genre, fourni des produits de deux sortes : 1° des matières volatiles rejetées sous la forme de gaz ou de vapeurs plus ou moins fortement condensables; 2° des laves épanchées en fusion imparfaite ou projetées à l'état de débris pulvérulents ou scoriacés.

Les gaz et les vapeurs jouent un grand rôle dans toute éruption volcanique, et une étude attentive de leur nature chimique était une des principales conditions du progrès de nos connaissances concernant les causes des phénomènes dont ces éruptions nous offrent le majestueux spectacle. Gay-Lussac, Davy et plusieurs autres chimistes en ont fait jadis l'objet de quelques expériences, et M. Boussingault, pendant un voyage des plus fructueux dans l'Amérique méridionale, a ouvert aux géologues une voie nouvelle en exécutant au sommet des Andes une analyse exacte de ces matières; mais c'est à une époque plus récente que l'importance des investigations de ce genre a été mise en évidence par les découvertes dues à Charles Sainte-Claire Deville, frère de l'illustre chimiste du même nom. Ce géologue a fait voir qu'à l'Etna, au Vésuve et à Stromboli la nature de ces émanations varie d'une manière constante suivant les conditions dans lesquelles s'effectue leur sortie du sein de la Terre, qu'elles changent de composition à mesure que l'éruption vieillit et que la distance à laquelle l'ouverture d'émission se trouve du foyer d'activité volcanique exerce aussi sur cette composition une influence déterminée. Mais les règles formulées par Charles Sainte-Claire Deville sont-elles rigoureusement vraies? Sont-elles applicables au groupe des volcans italiens seulement, et les volcans de l'archipel des Cyclades y échappent-ils? C'est ce qu'il importait de déterminer à Santorin.

Avant d'aller dans cette localité, M. Fouqué avait fait, à l'instigation de son maître Charles Sainte-Claire Deville, une étude approfondie des productions gazeuses de l'Etna, et les recherches qu'il expose dans le Livre dont nous rendons compte ici ont contribué d'une manière encore plus efficace à la solution de la question qu'il s'était posée.

En effet, M. Fouqué a constaté que pendant le cours de la dernière éruption de Santorin les gaz ont beaucoup varié au début des phénomènes; alors que les laves rejetées par le volcan dépassaient à peine le niveau de la mer, ils en sortaient intacts, comme d'une cuve à eau dans le laboratoire du chimiste, sans avoir subi l'action comburante de l'oxygène de l'air. Dans cette première période de l'éruption, ces mélanges gazeux, riches en éléments combustibles et particulièrement en hydrogène libre, s'allumaient au contact des roches incandescentes et flamboyaient au milieu des blocs. L'existence de flammes au milieu des émanations volcaniques avait été révoquée en doute ou même niée d'une manière absolue par quelques géologues. M. Fouqué a été le premier à recueillir sur un volcan actif des gaz hydrogénés et à démontrer que le foyer en éruption pouvait être illuminé par des flammes véritables.

L'étude des gaz a prouvé aussi, ajoute l'auteur, que dans certains cas l'hydrogène recueilli provenait d'une décomposition de l'eau en ses deux éléments. Enfin, à mesure que l'éruption progressait et que les laves s'entassaient de plus en plus, la composition chimique des mélanges gazeux émanés d'un même point a changé d'une manière incessante jusqu'à complète disparition des éléments combustibles. En dernier lieu, le volcan avait perdu son caractère marin primitif, l'air pénétrait largement entre les blocs formant le cône au-dessus de la surface de la mer, et alors la combustion des gaz hydrogénés s'opérait au sein du massif des laves, à l'abri des regards des observateurs.

Avec l'hydrogène libre et le gaz des marais, les émanations de Santorin ont fourni les gaz volcaniques ordinaires, savoir : de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique, de l'acide sulfhydrique et de l'azote. Les deux premiers de ces composés ont été rencontrés exclusivement dans les points d'émission dont la température était supérieure à 100°; les trois autres gaz se sont manifestés dans toutes les fumerolles et ont apparu là même où la température dépassait à peine celle de l'atmosphère.

L'eau a joué un grand rôle dans les phases diverses de l'éruption. A l'état de vapeur elle a figuré dans toutes les émissions de matières volatiles, et elle doit être considérée comme la cause immédiate des explosions. Aucune fumerolle sèche n'a été observée.

A l'état liquide, l'eau a constitué des sources chaudes dont la température et le débit variaient avec l'état de la mer. Cette circonstance curieuse, dit M. Fouqué, est susceptible d'une explication rationnelle :

« L'eau des sources en question doit être considérée comme déversée par l'orifice d'un conduit souterrain en forme de siphon, appareil dont l'une des branches recevait l'eau froide de la mer, tandis que l'autre branche était échauffée par le contact des roches brûlantes et dilatée par le mélange avec les gaz du volcan. »

« Du chlorure de fer expulsé à l'état de vapeur accompagnait l'acide chlorhydrique; mais l'un des produits vaporisés d'ordinaire en grande quantité dans les éruptions, le chlorhydrate d'ammoniaque, a fait à peu près défaut dans les émanations de Santorin, et ce fait vient à l'appui de l'opinion des auteurs qui considèrent l'ammoniaque des volcans comme d'origine organique et supposent qu'il est apporté par l'atmosphère sur les fumerolles dont se dégage de l'acide chlorhydrique. En effet, à Santorin, l'éloignement et le peu d'étendue des terres cultivées expliqueraient la rareté de l'ammoniaque dans l'air.

» Enfin, dans les points du volcan qui étaient le siège d'une

vive incandescence, le spectroscope a fait reconnaître la présence de sels de soude et de potasse volatilisés, et plus tard, après la cessation des phénomènes éruptifs, ces sels ont été retrouvés à l'état solide autour des orifices des fumerolles, mêlés à d'autres composés salins que l'eau de la mer laisse comme résidu lorsqu'on l'évapore. »

Ces observations et d'autres faits constatés à Santorin par M. Fouqué justifient l'opinion émise précédemment par ce géologue d'après ses études en Sicile, savoir que les fumerolles au maximum de température présentent à la fois tous les éléments chimiques des corps volatilisés dans les volcans et que les fumerolles moins chaudes s'appauvrissent régulièrement à mesure que leur température devient insuffisante par la volatilisation des matériaux éruptifs.

« Ainsi se trouvent expliquées rationnellement, ajoute l'auteur, la variation des éléments chimiques des fumerolles et la relation qui existe entre leur température et la composition de leur mélange. »

VII.

Après avoir terminé l'examen des fluides élastiques émis par le volcan de Santorin, M. Fouqué s'est occupé de l'étude des produits solides, et ici encore nous ne saurions mieux faire que de reproduire presque textuellement les paroles de l'auteur.

Parmi les substances volatilisées dans les conduits volcaniques, il en est qui sont susceptibles de réagir les unes sur les autres et de produire des composés fixes. C'est ainsi que sont engendrés les oxydes de fer hydratés, le fer oligiste, le soufre, l'acide sulfurique libre, l'alun et le sulfate de chaux que l'on rencontre aux alentours des fumerolles. Le mode de production de ces corps est pour ainsi dire classique, mais il est d'autres substances, notamment certains silicates cristallisés, qui généralement prennent naissance dans des conditions différentes et qui paraissent ne pouvoir avoir été déposées que par volatilisation, quoique leurs éléments constitutifs soient généralement considérés comme fixes. Des silicates cristallisés de cet ordre ont été recueillis à Santorin, dans l'intérieur de cavités tubulaires semblables à des fulgorites, et ces canaux sont évidemment produits par le passage de vapeurs à très haute température. D'autres proviennent de la transformation de blocs calcaires arrachés au sous-sol de la région et enclavés dans les laves.

L'étude minéralogique des laves de 1866 offrait de grandes difficultés ; cependant M. Fouqué est parvenu à l'effectuer d'une manière satisfaisante en employant des procédés d'investigation nouveaux. Indépendamment de l'observation microscopique de ces roches réduites en lames extrêmement minces, M. Fouqué

a eu recours à l'extraction des minéraux constitutifs de ces corps, d'une part à l'aide d'un électro-aimant puissant, procédé qui permet l'isolement du feldspath, d'autre part au moyen de l'acide fluorhydrique concentré, qui permet de réaliser l'extraction du fer oxydulé et des silicates ferro-magnésiens.

A l'aide de ces méthodes de séparation, M. Fouqué a pu constater que dans la lave récente de Santorin la cristallisation des minéraux s'est opérée en deux temps. Dans le premier, de grands cristaux ayant fréquemment $0^{mm},5$ de long se sont formés; dans le second temps, des cristaux notablement plus petits, que l'auteur désigne sous le nom de *microlithes,* se sont constitués et englobent les précédents; enfin le tout est cimenté par une matière vitreuse représentant la partie encore fluide de la matière minérale après la solidification des cristaux dont il vient d'être question. M. Fouqué a été le premier à entreprendre l'étude chimique des cristaux microscopiques des laves et à fournir des indications sur leur composition. Il a démontré que les microlithes feldspathiques d'une roche appartiennent en général à un terme plus élevé de la série des feldspaths que les grands cristaux, et que la matière amorphe empâtante est plus riche en silice et en potasse que ne le sont les matières incluses dans sa substance. Nous devons noter aussi que les travaux d'Optique cristallographique de M. Michel Lévy sont venus confirmer les résultats obtenus par M. Fouqué au moyen de l'analyse chimique. L'ordre de cristallisation des minéraux de la roche a été le suivant :

1° Fer oxydulé en grands cristaux;
2° Apatite;
3° Silicates ferro-magnésiens (augite et hypersthène);
4° Feldspaths en grands cristaux;
5° Granules microlithiques de fer oxydulé titanifère;
6° Microlithes feldspathiques.

Enfin la lave commune de l'éruption de 1866 présente à l'état de blocs enclavés des laves plus anciennes dont la composition minéralogique diffère considérablement de celle du milieu ambiant, et l'on observe dans ces laves récentes des matières étrangères incluses dans la roche, des bulles gazeuses, des cristallites, etc.

Les cendres volcaniques ne sont autre chose que la lave pulvérisée par la sortie brusque des gaz et des vapeurs qui la traversent pendant qu'elle est encore plus ou moins fluide. L'état d'une cendre, sa cristallinité, dépendent, par conséquent, de l'état de la lave au moment où celle-ci lui donne naissance. Plus la lave est alors liquide, plus la cendre est poreuse. Celle rejetée pendant la dernière éruption de Santorin a été produite lorsque les laves étaient à peine fluides, et, par conséquent, elle

est riche en cristaux et particulièrement en microlithes; mais ces cristaux sont identiques à ceux de la matière pâteuse dont elle est sortie et dont se composent les roches solidifiées sur place.

On trouve dans cette partie du Livre de M. Fouqué beaucoup d'autres faits intéressants pour les géologues et les minéralogistes; mais l'espace dont nous pouvons disposer ici ne permet pas de les rapporter, et nous terminons ce compte rendu par quelques mots relatifs à une question générale d'une haute importance, pour la solution de laquelle le travail de ce savant ne sera pas inutile.

VIII.

Pendant longtemps les géologues les plus éminents du siècle actuel ont été partagés d'opinion au sujet du mode de production des montagnes d'origine volcanique. Deux théories étaient en discussion il y a cinquante ans et donnèrent lieu à des débats fort animés. Suivant l'une d'elles, toutes ces protubérances de la croûte solide du globe sont le résultat d'éjections, c'est-à-dire de l'accumulation de matières rejetées du sein de la Terre par les bouches ou cratères qui livrent passage aux laves, aux cendres et aux autres produits du même ordre; suivant l'autre, elles seraient dues essentiellement au soulèvement des terrains préexistant dans le lieu où l'éruption se manifeste, lesquels, poussés de bas en haut par les matières minérales en fusion ou par les fluides élastiques emprisonnés sous le sol, s'élèveraient en manière d'ampoules, puis éclateraient dans le point de moindre résistance. Cette dernière hypothèse, émise par un géologue prussien très célèbre, Léopold de Buch, puis soutenue et développée avec un rare talent par Élie de Beaumont, semblait, au premier abord, devoir prévaloir sur la théorie des cônes d'émission que soutenaient l'un des anciens professeurs de la Sorbonne, Constant Prévost, ainsi que Lyett et quelques autres géologues; mais un examen plus approfondi de la question paraît devoir conduire au résultat contraire.

L'un des principaux arguments employés par Léopold de Buch et les autres partisans de la théorie des soulèvements était tiré du mode de constitution de la baie de Santorin, et en ouvrant le Livre de M. Fouqué je m'attendais à y trouver la confirmation des vues de son illustre maître, Elie de Beaumont; mais tout au contraire, après avoir discuté à fond la question, cet observateur sagace et impartial déclare formellement que les faits dont il a constaté l'existence ne sauraient être interprétés de la sorte. Indubitablement, lors de la dernière éruption, de même qu'à des époques précédentes, des portions du sol préexistant ont été soulevées et

d'autres portions se sont abaissées; nous en avons vu des preuves en examinant les changements subis successivement par Santorin. Mais la cause prochaine, la cause déterminante de la formation du grand cirque représenté aujourd'hui par la baie centrale de ce groupe d'îles, a été l'effondrement de la partie centrale d'un cône d'éruption constitué par l'accumulation de blocs pierreux, de lapilli, de cendres et d'autres produits analogues associés à des coulées de lave épanchée par des bouches d'éruption ou des fissures. Ce que M. Fouqué a constaté dans cette localité a été reconnu aussi dans le grand cirque de l'île de Palma, que Léopold de Buch citait comme une preuve de la formation de ces cratères par soulèvement, et maintenant il devient de plus en plus évident qu'il faut cesser de confondre entre eux les grands mouvements de la croûte solide du globe, qui paraissent avoir donné naissance aux chaînes de montagnes, et les phénomènes locaux dont résulte la formation des protubérances coniques qui constituent autant de monts volcaniques. Le mode de distribution de ces cônes d'éruption à la surface du globe est sans doute lié à la direction des fissures dues soit à des soulèvements, soit à des abaissements plus ou moins analogues à ceux qui s'effectuent sous nos yeux, lentement et silencieusement, dans quelques régions, telles que la Scandinavie; mais les volcans sont des phénomènes d'un autre ordre, causés probablement par l'arrivée de masses d'eau en contact avec les matières minérales en fusion dans l'intérieur de la Terre.

Nous ne pourrions, sans nous éloigner par trop du but de cet article, discuter ici toutes les grandes questions géologiques auxquelles M. Fouqué a dû toucher, et nous nous bornerons à ajouter que le travail de ce savant fournit une nouvelle preuve de l'utilité de l'analyse dans l'étude des phénomènes complexes dont la nature nous offre le spectacle et dont nous ne voyons d'abord que la résultante générale.

Le Livre sur Santorin et ses éruptions, dont nous avons essayé de rendre compte, n'est pas le seul travail dont M. Fouqué ait enrichi récemment la Science; cet habile observateur, en collaboration avec M. Michel Lévy, vient de faire paraître un autre Ouvrage important sur la Minéralogie micrographique, considérée principalement au point de vue de l'étude des roches éruptives françaises.

Il serait difficile d'en rendre compte dans notre *Bulletin hebdomadaire*, à cause des connaissances spéciales nécessaires pour l'intelligence de ce qu'il faudrait en dire; cependant, un des Membres de notre Association nous ayant promis son aide, nous espérons pouvoir en dire quelques mots dans un de nos prochains fascicules. X.

Envoi télégraphique de l'heure de l'Observatoire de Paris.

L'envoi télégraphique de l'heure de l'Observatoire de Paris va, il faut l'espérer, s'étendre bientôt à la province. Nos ports de mer sont principalement très intéressés à ce progrès, déjà réalisé dans la plupart des grandes villes maritimes de tous les pays, où un signal, hissé au haut d'un édifice bien visible à grande distance, indique, à une fraction de seconde près, chaque jour, le midi moyen de l'Observatoire voisin.

Tous les navigateurs peuvent ainsi régler leur chronomètre avant de prendre la mer, sans avoir besoin de faire des observations astronomiques, difficiles à exécuter au milieu des occupations du départ, ou de payer une rétribution à l'opticien de la localité pour un service presque toujours assez mal rempli.

Les principales gares de chemin de fer, les villes où l'on s'occupe d'horlogerie auraient également grand intérêt à recevoir ces signaux horaires.

Nous croyons savoir que l'offre de cet envoi de l'heure de l'Observatoire de Paris est adressée à tous les ports, à toutes les villes qui désireront l'obtenir, sous la seule condition d'acquitter envers l'État la taxe à laquelle l'Administration des Télégraphes a fixé ces télégrammes spéciaux.

Liquéfaction de l'ozone.

Poursuivant leurs belles recherches sur l'ozone, MM. Hautefeuille et Chappuis ont présenté à l'Académie, dans une des dernières séances, deux faits très intéressants.

En premier lieu, l'ozone, qu'il est si difficile de liquéfier quand il est simplement mélangé à l'oxygène, devient liquide très aisément quand il est associé à l'acide carbonique. Le produit est un liquide d'un très beau bleu, ce qui confirme la notion déjà acquise sur la couleur propre de l'ozone.

D'un autre côté, ce résultat fournit le moyen de savoir si, lors de la décomposition électrolytique de l'acide carbonique, l'oxygène se sépare à l'état ordinaire ou à l'état d'ozone. MM. Hautefeuille et Chappuis observent que l'effluve électrique détermine dans l'acide carbonique l'apparition de la couleur bleue caractéristique et concluent avec certitude que les produits de la dissociation de l'acide carbonique sont l'oxyde de carbone et l'ozone.

Les expériences de ces chimistes seront répétées devant l'Association, dans la conférence de M. Chappuis annoncée ci-dessus.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

9 JANVIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 41.

NOTICE SUR LES OBSERVATOIRES FRANÇAIS VERS LA FIN DU SIÈCLE DERNIER; par M. **Tisserand**, membre de l'Institut [1].

Jusqu'à ces dernières années, la France ne possédait que deux observatoires, celui de Paris et celui de Marseille, tandis que d'autres pays, l'Angleterre principalement, en comptaient un très grand nombre. Cet état d'infériorité ne pouvait subsister longtemps; sur les instances de M. Delaunay, l'observatoire de Toulouse a été réorganisé en 1872; depuis, ceux de Bordeaux et de Lyon ont été créés; leur matériel est en cours d'exécution, et ils en jouiront bientôt. L'observatoire d'Alger va également entrer en activité, et, grâce à la pureté du ciel, au grand nombre de belles soirées que le climat garantit, il est appelé à rendre de nombreux et importants services à l'Astronomie. Un généreux protecteur des sciences, M. Bischoffsheim, crée en ce moment même, à Nice, un splendide observatoire; son unique préoccupation est d'y réunir des moyens de travail aussi puissants que ceux des plus grands établissements d'Europe et d'Amérique. A Paris même, le Bureau des Longitudes a organisé à Montsouris un observatoire où les marins et les voyageurs peuvent venir se former à la pratique des observations; un grand observatoire d'Astronomie physique a été installé à Meudon; enfin une école de hautes études astronomiques a été organisée à l'Observatoire de Paris, et il y a lieu d'espérer que ce sera une pépinière de jeunes astronomes pour les nombreux observatoires en voie de formation ou de réorganisation.

A la fin du siècle dernier et au commencement du siècle actuel, on comptait cependant beaucoup d'observatoires en

---

[1] Cette Notice historique est tirée de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1881, que la librairie Gauthier-Villars vient de faire paraître.

province et à Paris, en dehors de l'Observatoire central; ces établissements, qu'une centralisation excessive a fait disparaître, étaient pourvus de ressources bien modiques, dues souvent à de simples particuliers : ils ont cependant rendu des services à la Science. Le moment nous a paru opportun de retracer rapidement leur développement et de rappeler la part qu'ils ont prise au développement de l'Astronomie.

TOULOUSE.

Garipuy. — Le premier en date des astronomes toulousains est Garipuy, qui observa pour son coup d'essai l'éclipse de Lune du 1er décembre 1732; il n'avait eu d'autre moyen pour le faire qu'une petite lunette, une montre et une méridienne tracée à la hâte. Vers cette époque, les administrateurs de la ville ayant accordé à l'Académie l'usage de l'une des tours du rempart, elle en fit un observatoire, où elle plaça une pendule à secondes, deux lunettes, l'une de 7 pieds, l'autre de 15, et un quart de cercle en bois, de 28 pouces de rayon, le tout, dit Garipuy, exécuté avec l'économie qu'exigeait l'état d'une société naissante. C'est dans ce modeste observatoire que Garipuy observa les passages de Mercure sur le Soleil en 1736 et 1743. En 1750, Lacaille se rendit au Cap de Bonne-Espérance pour y déterminer la parallaxe de la Lune et celles de Mars et de Vénus, d'où l'on devait tirer aussi la parallaxe du Soleil; comme l'exécution de ce projet demandait qu'on fît en Europe des observations correspondantes à celles qu'il se proposait de faire au Cap pendant une année entière, Lacaille fit imprimer un avis aux astronomes et en envoya un exemplaire à Garipuy. Heureusement, l'Académie venait d'acquérir un quart de cercle de Langlois et une lunette de 8 pieds, munie d'un micromètre. A l'aide de ces nouveaux instruments. Garipuy put faire avec Darquier des observations de la Lune, de Mars et de Vénus. En comparant les observations de ces deux planètes à celles de Lacaille, il en déduisit 8″ par Mars et 8″,5 par Vénus pour la parallaxe du Soleil, résultat très satisfaisant quand on tient compte de la difficulté des observations et de l'imperfection des instruments employés. Le 6 mai 1753, Garipuy observa pour la troisième fois le passage de Mercure sur le Soleil. Plus tard, il fit élever un observatoire dans sa maison et le munit des meilleurs instruments qu'il put se procurer; il y consacra à l'Astronomie les rares loisirs que lui laissait la direction des travaux de la province et l'inspection du canal de jonction des deux mers; les observations qu'il y fit avec son fils ont été imprimées dans les *Mémoires de l'Académie de Toulouse.*

Darquier. — Darquier naquit à Toulouse le 23 novembre 1718. Il entra à l'Académie de Toulouse lors de sa formation; des

observations particulières dont on fit lecture dans une des séances réveillèrent en lui un penchant naturel vers l'Astronomie; il résolut de se vouer à cette science. Il acheta une lunette de 7 ½ pieds, y adapta un micromètre qui avait appartenu à Delisle, et Jullien Le Roy lui céda une excellente pendule à secondes qu'il avait faite pour être placée au château de Bellevue, où l'on avait eu le projet d'établir un observatoire.

L'Académie avait un quart de cercle en bois, dont le limbe était en carton : Darquier s'en servit pour régler sa pendule et acquit en peu de temps assez de facilité pour obtenir exactement le temps vrai avec ce simple instrument. Il fit cependant près de deux ans toutes les observations qu'il pouvait faire avec sa lunette et son micromètre, et parvint à pouvoir compter sur l'observation de l'éclipse de Soleil du 25 juin 1748 : c'est la première qu'il ait publiée. Ce fut cette même éclipse qui détermina la vocation astronomique de Lalande, de Messier et de Maskelyne. Darquier observait alors dans l'une des tours du rempart; à cause de l'incommodité d'aller travailler aussi loin de chez lui, il se décida à faire construire un observatoire dans sa propre maison ([1]).

Il fit venir de Londres un télescope à réflexion de Short, de 18 pouces de foyer, pour observer les éclipses, les occultations des étoiles par la Lune, les immersions et les émersions des satellites de Jupiter, et il observa avec cet instrument jusqu'à la fin de 1756. Ayant eu alors l'occasion d'aller à Paris, il fit construire sous ses yeux, par Canivet, un instrument des passages, dont la lunette, à laquelle un micromètre était adapté, avait 18 pouces. Jusqu'en 1761, les seuls instruments de Darquier furent donc son télescope de Short, sa lunette de 7 ½ pieds et son instrument des passages. Il observait régulièrement, avec ce dernier, les passages de la Lune au méridien, et prenait en outre, avec le micromètre, les différences en déclinaison de son bord éclairé avec les étoiles qui passaient dans le champ même de la lunette. Cette méthode limitant beaucoup ses observations, il résolut de se procurer un quart de cercle; Lacaille, avec qui Darquier était lié, se chargea d'en faire construire un sous ses yeux; le limbe avait 2 pieds de rayon, la lunette était longue de 27 pouces; Darquier le fit installer solidement dans son observatoire; à ce moment, ses instruments étaient au complet.

« Je me félicitais, dit-il, d'avoir à moi tous les instruments nécessaires; je jouissais d'une propriété que j'avais longtemps désirée : observatoire commode, instrument des passages, quart de cercle, télescope, etc. L'avenir me présentait une suite

([1]) L'observatoire de Darquier se trouvait vers le milieu de la rue qui porte aujourd'hui son nom.

nombreuse d'observations exactes et intéressantes; je me trouvais le plus heureux des mortels, lorsqu'un accident, dont mon imprudence fut la cause, fit évanouir en un instant toutes ces idées délicieuses et me causa le chagrin le plus vif qu'un astronome puisse ressentir. Voulant mesurer avec l'héliomètre la distance des cornes de la Lune, je plaçai, le 6 de ce même mois de mai, époque que je n'oublierai de ma vie, mon télescope sur la fenêtre septentrionale de mon observatoire; après avoir pris cette mesure, je fus l'écrire, sans penser à retirer cet instrument de la position dangereuse où je le laissais : en cet instant, ma porte s'ouvre, un coup de vent du sud pousse la fenêtre et précipite mon télescope de 60 pieds de haut sur le pavé de la cour, où il se brise en mille pièces. J'en demandai un autre à M. Short : je fus six mois à l'attendre et à gémir de mon étourderie. »

Darquier se vit plus tard en possession d'une excellente lunette de Dollond, de 42 pouces, et voici comment. Un riche Anglais, connu par les encouragements qu'il accordait aux sciences, milord Butte, vint en 1768 à Barèges pour rétablir sa santé. En revenant, il passa à Toulouse, visita l'observatoire de Darquier et lui témoigna sa surprise de n'y point voir de lunette de Dollond. Dix-huit mois après, Darquier recevait une lettre d'un banquier anglais établi à Bordeaux, lui annonçant qu'il venait de lui expédier une lunette qu'on lui avait adressée de Londres, avec ordre de la lui faire passer : c'était un cadeau de milord Butte.

Cette lunette avait 42 pouces de foyer et 3 ½ pouces d'ouverture; au dire de Darquier, elle était d'une netteté et d'une clarté admirables; en mettant le plus fort grossissement, il voyait quatre satellites de Saturne et souvent cinq : nous savons aujourd'hui que, pour apercevoir les trois autres, il faut des instruments d'une très grande puissance.

En 1775, Darquier substitua un nouvel instrument des passages à l'ancien; deux autres instruments identiques furent remis à Garipuy et à Vassal, trésorier de France à Toulouse.

« Je remarquerai, dit l'astronome à ce sujet, que la ville de Toulouse possède actuellement quatre instruments des passages, pareils au mien, cinq quarts de cercle et trois pendules de Berthoud, outre la mienne, qui est de Jullien Le Roy; avec ces secours et le ciel pur que le climat nous donne, ce sera notre faute si l'Astronomie n'y fait pas des progrès. »

Les observations astronomiques de Darquier s'étendent de 1748 à 1798; elles embrassent donc un demi-siècle; la plus grande partie se trouve dans deux Volumes que l'auteur a publiés à ses frais. Le premier Volume a paru à Avignon en 1777; la préface, qui est très intéressante, contient la vie astronomique de l'auteur, le plan de ses études et de ses

observations, la description de ses instruments et de son observatoire; elle est terminée par une estampe qui le représente en grand négligé, observant à son quart de cercle. On trouve dans ce Volume les observations faites de 1748 à 1777; le second Volume, publié à Paris en 1782, contient les observations de 1778 à 1782. Les Tomes II, III et IV des *Mémoires de l'Académie de Toulouse* renferment les observations de 1782 à 1791.

Darquier était receveur provincial du clergé et receveur des impositions de la généralité d'Auch; ayant été privé, à la Révolution, de ses emplois et d'une partie de sa fortune, il dut renoncer à publier ses observations à ses frais, et, l'Académie de Toulouse ayant elle-même suspendu la publication de ses *Mémoires,* Lalande offrit à Darquier de les imprimer dans l'*Histoire céleste française :* c'est là, en effet, qu'on trouve les observations de 1791 à 1798.

Darquier observait principalement les passages du Soleil, de la Lune et des planètes au méridien; il a fait plus de deux mille observations méridiennes du Soleil, quinze cents de la Lune, trois cents de Mercure et un très grand nombre des autres planètes. Il comparait lui-même les positions qu'il avait obtenues pour les planètes aux Tables astronomiques; cependant, comme ses fonctions ne lui laissaient pas beaucoup de temps disponible, il avait confié à Méchain la comparaison de ses observations de la Lune avec les Tables de Mayer; à cette époque, Méchain était encore peu connu comme astronome et sans position assurée. Lalande l'avait mis en relation avec Darquier, qui lui envoyait ses observations; Méchain les calculait, les comparait aux Tables, et Darquier se chargeait de tous les frais de calcul et de publication.

Darquier ne se bornait pas à accumuler des observations méridiennes des planètes; tous les phénomènes célestes le trouvaient disposé à les étudier. Il a observé de nombreuses occultations d'étoiles par la Lune, des occultations de Vénus et de Jupiter, l'occultation d'une petite étoile par Uranus, une conjonction de deux satellites de Jupiter; il suivait assidûment les immersions et les émersions de ces satellites; il a observé six éclipses de Soleil et douze éclipses de Lune, l'entrée de Vénus sur le Soleil, dans le passage de 1769, et les passages de Mercure sur le Soleil en 1786 et 1789. On lui doit également des observations de la disparition et de la réapparition de l'anneau de Saturne, phénomènes qui se produisent, comme on sait, lorsque cet anneau très mince vient à passer par la Terre ou par le Soleil. Enfin il a fait d'assez nombreuses observations de comètes, et en particulier de la comète de 1779, découverte par Messier. Pour pouvoir mieux suivre et observer cette dernière, Darquier avait fait un petit Catalogue de

deux cent soixante-dix étoiles, comme supplément à celui de Flamsteed, pour les constellations de Bérénice, de la Couronne, d'Hercule et de la Lyre.

« J'ai rencontré, dit-il, quelques nébuleuses en mon chemin, dont la plupart sont inconnues; mais celle à laquelle je me suis arrêté avec le plus de complaisance est une nébuleuse située entre deux belles étoiles de 3e grandeur; elle ne ressemble à aucune autre connue; elle est grosse comme Jupiter, terne comme la partie obscure de la Lune dans les syzygies, mais parfaitement terminée; il semble que son centre soit un peu moins terne que le reste de la surface; cette nébuleuse n'a été remarquée jusqu'ici par aucun astronome : cela tient sans doute à ce qu'on ne peut l'apercevoir qu'avec une forte lunette.... »

Darquier venait ainsi de découvrir la fameuse nébuleuse annulaire de la Lyre; il avait pressenti le vide relatif à l'intérieur de l'anneau; bien longtemps après, le puissant télescope de lord Rosse devait décomposer le pourtour de l'anneau en une multitude de points lumineux et montrer des stries parallèles moins brillantes remplissant l'ouverture.

En dehors de ses observations, Darquier a publié quelques Ouvrages; c'est pour Mme d'Étigny, dont le mari occupait à Auch la charge d'intendant de la province, qu'il avait fait son *Uranographie, ou contemplation du ciel à l'usage de tout le monde*, qu'il publia en 1771 et que l'on retrouve dans ses *Lettres sur l'Astronomie pratique*, qui parurent en 1786; il avait déjà donné en 1756 une traduction des *Éléments de Géométrie* de Simpson, et en 1801 on publia à Amsterdam sa traduction des *Lettres cosmologiques* de Lambert. Darquier mourut en 1802 à Beaumont-de-Lézat, où il habitait souvent et où il a fait aussi quelques observations. On voit que sa carrière astronomique a été très brillante; il avait fait un noble usage d'une grande fortune, se faisant construire un observatoire à ses frais, achetant des instruments, publiant lui-même ses observations, payant des calculateurs, et, pouvant se passer du Gouvernement, il dut tout à lui-même.

Vidal. — Vidal naquit à Mirepoix (Ariège) le 30 mars 1747; il montra de bonne heure des dispositions pour l'Astronomie : on dit que, jeune encore, et dépourvu des moyens de se procurer des instruments d'Astronomie, il s'en construisait lui-même, d'après les descriptions qu'il trouvait dans les Livres. Son amour précoce pour l'Astronomie lui valut l'amitié de Garipuy, avec lequel il fit quelques observations à Toulouse en 1769. Garipuy présenta Vidal à M. Riquet de Bonrepos, petit-fils de l'illustre auteur du canal du Languedoc. Ancien procureur général au parlement de Toulouse, M. de Bonrepos consacrait les loisirs de sa retraite à l'observation des phéno-

mènes célestes; il avait établi un observatoire dans l'une des tours de son château de Bonrepos. C'est là que Vidal débuta comme astronome; il y fit de nombreuses observations et s'y occupa aussi de Géodésie. Dans l'été de 1787, il fit avec Reboul un nivellement très soigné du pic du Midi de Bigorre : « Les avantages qui peuvent résulter de notre mesure, disent les auteurs, sont tels, que nos travaux ne sauraient être perdus, fallût-il en réduire le terme à n'avoir fait que préparer aux observateurs une montagne toute graduée et l'observatoire le mieux disposé pour tenter des recherches exactes sur les modifications de l'atmosphère (1). »

Les niveaux à bulle d'air et les lunettes nécessaires au nivellement avaient été construits par Vidal, qui joignait l'habileté de l'artiste à la précision de l'observateur.

Riquet de Bonrepos mourut le 31 mars 1791, laissant à son astronome, Vidal, une rente viagère de 100 louis, ainsi que la propriété de ses instruments. Vidal les fit transporter à Mirepoix, où il établit, dans sa maison, un observatoire qu'il a rendu célèbre, surtout par ses observations de Mercure. En 1800, il fut nommé directeur de l'observatoire de Toulouse (ancien observatoire de Garipuy); il y observa jusqu'en 1807, époque à laquelle il retourna à Mirepoix, où il vécut isolé, partageant son temps entre l'Astronomie et la Musique. Le 2 janvier 1819, par un temps glacial, il observait une comète, quand il tomba mort, frappé d'une attaque d'apoplexie.

Les instruments dont se servait Vidal à Mirepoix étaient principalement une lunette méridienne de Canivet, de 1^{m} de distance focale et de $0^{m},05$ d'ouverture, un quart de cercle et une lunette de Dollond, montée parallactiquement; il avait deux mires, l'une au nord, l'autre au sud, pour rectifier sa lunette méridienne.

Il ne paraît pas que ses observations antérieures à 1795 aient jamais été publiées; le Bureau des Longitudes a fait insérer dans les *Additions à la Connaissance des Temps* celles qu'il fit de 1795 à 1807; celles postérieures à 1807 n'ont pas été publiées et sont peut-être perdues.

Vidal a observé un grand nombre de comètes; il a fait plusieurs Catalogues d'étoiles australes, difficilement observables à Paris; mais son activité s'est concentrée principalement sur les planètes, et en particulier sur Mercure. Il observait les planètes dans les circonstances où elles se prêtent le mieux à la détermination de leurs orbites. En 1801 il put observer du-

(1) On sait qu'aujourd'hui M. de Nansouty a organisé un observatoire météorologique très complet au sommet du pic du Midi, et que, conformément aux prévisions de Vidal et de Reboul, cette station est admirablement située pour le but qu'elle doit remplir.

rant trois jours consécutifs le Soleil, la Lune et toutes les planètes connues alors; en 1804, il put faire les mêmes observations et pendant quatre jours consécutifs. Ses observations de Vénus sont nombreuses et ont été faites surtout dans les conjonctions; elles sont bien remarquables, car Vidal voyait Vénus très près du Soleil; il pouvait suivre cette planète jusqu'à une distance égale à peine au demi-diamètre apparent du Soleil.

Quant à ses observations de Mercure, leur nombre réellement prodigieux, joint aux difficultés de voir cette planète, a valu à Vidal une place distinguée dans l'histoire de l'Astronomie. Toujours très voisine du Soleil, cette planète ne peut être aperçue à l'œil nu que dans la lumière crépusculaire, près de l'horizon. On put la suivre à de plus grandes hauteurs quand Morin et après lui Picard eurent remarqué que les lunettes permettent de voir les étoiles pendant le jour, même lorsque le Soleil est assez élevé sur l'horizon. Longtemps encore, cependant, les bonnes observations de Mercure furent très rares, et en 1671 l'Académie les recommanda à Richer, qui partait pour Cayenne et qui n'en put rapporter que trois, faites à 20° de hauteur au plus. Quelque temps après, en 1685, La Hire, le premier, vit des étoiles au méridien, quand elles y passaient en même temps que le Soleil, et en 1691 il put y observer Vénus, quand elle n'était qu'à 6′ ou 7′ de sa conjonction supérieure. Encouragé par ce succès, il essaya de voir Mercure au méridien : il l'aperçut pour la première fois le 22 octobre 1699 et l'y observa ensuite plusieurs fois. En 1764, l'abbé Chappe fit de nouvelles tentatives pour l'observer au méridien avec son quart de cercle; il s'était entouré de mille précautions, et encore ne put-il réussir l'observation qu'une seule fois. Dix ans plus tard, les astronomes de Toulouse devaient obtenir un succès complet dans cette difficile observation : M. de Bonrepos observa le premier Mercure au méridien en 1774; Darquier en fit ensuite un grand nombre d'observations, et Vidal beaucoup plus encore. En 1798, du 2 février au 20 septembre, c'est-à-dire en deux cent trente jours, Vidal fit cent deux observations méridiennes de Mercure. L'illustre Bradley n'avait jamais observé Mercure au méridien; pour construire ses Tables de Mercure, Lalande n'avait pu se procurer que dix-sept observations méridiennes entre 1672 et 1764; enfin, de nos jours, il faut attendre environ cinq ans pour obtenir à l'Observatoire de Paris ou à celui de Greenwich les cent deux observations que Vidal avait faites en deux cent trente jours. Aussi Lalande, qui s'était beaucoup occupé des Tables du mouvement de Mercure, et dont les calculs avaient été mis en défaut à plusieurs reprises par cette planète rebelle, est émerveillé du succès de Vidal; il s'exprime ainsi, à ce sujet, dans son *Histoire abrégée de l'Astronomie pour* 1798 :

« Nous avons reçu des observations de Mercure par le citoyen Vidal, le grand et étonnant observateur de Mercure, véritable hermophile, à qui nous avons l'obligation de pouvoir dire que les observations de Mercure, si rares avant lui, sont actuellement aussi abondantes que celles des autres planètes et ne laissent plus rien à désirer; il en a fait à lui seul plus que tous les autres astronomes de l'univers, anciens et modernes, réunis ensemble, et nous pouvons tous nous dispenser de nous en occuper. Le citoyen Vidal doit faire, à cet égard, le désespoir de tous les autres; il a vu Mercure à moins de $\frac{3}{4}$ de degré du Soleil, ce qui n'était jamais arrivé. La beauté du climat, la perfection de ses instruments, le courage et l'excellence de la vue de l'observateur ont produit ces observations aussi précieuses qu'extraordinaires. Cet étonnant observateur m'a déjà envoyé plus de cinq cents observations de Mercure.... Peut-être, à Mirepoix, on ne sait pas qu'il y a un pareil homme dans l'enceinte de cette petite ville, mais nous l'apprendrons à l'univers et à la postérité. »

Dans ses premières observations, Vidal ne voyait Mercure qu'à partir de sa digression occidentale; il l'observait jusque près du Soleil et le retrouvait ensuite après sa conjonction supérieure, pour le suivre jusqu'à sa digression orientale; mais plus tard il parvint à l'observer beaucoup plus longtemps et à l'apercevoir encore quatre jours avant sa conjonction inférieure; il était convaincu qu'avec une lunette de 3 pouces d'ouverture on pourrait le suivre jusqu'à deux jours de sa conjonction inférieure. Une observation des plus surprenantes de Vidal est rapportée par Lalande dans les *Additions à la Connaissance des Temps* de l'an XV : le 11 octobre 1803, il avait observé Jupiter et Vénus en même temps que le bord du Soleil; ces deux planètes ne différaient que de 10′ en déclinaison; Vidal les voyait, avec le bord du Soleil, dans le même champ de la lunette.

Il est bon de rappeler que toutes ces observations surprenantes ont été faites avec une lunette qui n'avait que 1^{m} de longueur et $0^{m},05$ d'ouverture.

Les observations méridiennes de Vidal étaient très précises. M. G. Bigourdan a comparé un grand nombre de ses observations de Mercure avec les Tables de Le Verrier : les différences entre l'observation et le calcul sont, en moyenne, au-dessous de $\frac{1}{4}$ de seconde de temps. L'exactitude des observations de Vidal est presque aussi grande que celle que l'on obtient aujourd'hui avec des instruments beaucoup plus puissants et plus parfaits.

Nous rappellerons, en terminant, que Vidal a observé les passages de Mercure sur le Soleil en 1786 et 1799; on lui doit également des observations intéressantes sur les variations de

la réfraction atmosphérique à l'horizon durant le cours d'une journée; au lever du Soleil et à son coucher, il voyait la crête des Pyrénées s'élever d'environ 35″; il en était éloigné d'à peu près 10 lieues. (*A suivre.*)

TREMBLEMENT DE TERRE DU 25 DÉCEMBRE 1880 A BRAÏLA (ROUMANIE). Note de M. **Hépites**.

Samedi 25 décembre, à $4^h 43^m$ de l'après-midi, heure de Braïla, ($3^h 1^m$ heure de Paris), un fort tremblement de terre s'est fait sentir à Braïla. Il y a eu deux commotions bien distinctes : la première produisit une espèce de trépidation accompagnée d'un roulement assez fort; la seconde, la plus considérable en durée et en intensité, avait un mouvement bien prononcé dans la direction est-ouest. La durée totale a été de onze secondes.

J'ai très bien senti la trépidation, car je me trouvais au premier étage assis à une table, les pieds posés sur une des lattes qui réunissaient les pieds de cette table; la trépidation a été communiquée à tout mon corps.

Une pendule qui se trouvait derrière moi, dans la direction est-ouest, ne s'est pas arrêtée. Trois des pendules se trouvant sur un mur nord-sud, chez un horloger, se sont arrêtées; aucune de celles fixées sur le mur est-ouest ne s'est arrêtée.

On m'assure qu'au second étage d'une maison on a vu bouger une table et même que des chandeliers qui se trouvaient posés sur cette table ont été renversés. Une lézarde du plafond de ma chambre a été beaucoup agrandie, et il en tombait du mortier.

La panique était grande; je connais plusieurs personnes, demeurant au premier étage, qui n'ont plus osé rentrer de toute la nuit chez elles.

Dans le journal *Romanulu* du 26 décembre, je lis ce qui suit :

« Jeudi à 11^h du matin, un tremblement de terre s'est fait sentir à Bucarest (¹). Ce soir (25 décembre), vers $5^h 10^m$, heure de Bucarest ($3^h 35^m$ heure de Paris), on a senti à Bucarest un tremblement de terre venant du nord-ouest et se dirigeant vers le sud-est; les commotions, au nombre de trois, ont duré à peu près deux secondes. Ce tremblement s'est fait sentir presque dans tout le pays. Dans les villes de Jassy, Constance (Kiustendjé), Berlad et Galatz, les commotions ont été violentes.

» Le tremblement s'est fait sentir aussi à Roustchuk, Cronstad, dans la Bessarabie, et même à Odessa. »

(¹) Ce tremblement ne s'est pas fait sentir à Braïla.

Cette relation a été rectifiée comme il suit par M. le professeur Bacaloglo, dans une Note adressée au journal *Romania libera* du 28 décembre :

« Le tremblement de terre s'est produit (à Bucarest) à $4^h 44^m$ précises, temps moyen de Bucarest, samedi 25 décembre, après midi.

» Ce tremblement de terre a consisté en un choc de bas en haut immédiatement suivi d'une ondulation dans la direction ESE-WNW.

» La durée totale des deux secousses a à peine dépassé *une seconde,* y compris l'intervalle, qui a été à peine d'une demi-seconde. La pression barométrique a été de 752^{mm}, ce qui représente la pression barométrique moyenne à Bucarest. Cette pression avait considérablement baissé par rapport à celle des jours précédents, mais il est probable, peut-être sûr, qu'elle n'a rien de commun avec le tremblement de terre. »

Le tremblement de terre que nous avons eu il y a deux jours est le quatrième de l'année : le premier a eu lieu le 14 janvier, à $1^h 22^m$ de l'après-midi; le second, dans la direction NW-SE, le 23 du même mois, à $11^h 20^m$ de la nuit; le troisième, le 20 mars, à $3^h 14^m$ de la nuit; enfin le quatrième, le 25 décembre, à $4^h 43^m$ de l'après-midi. Ce dernier a été plus fort et d'une durée beaucoup plus longue que tous les autres.

Pendant l'année 1879 il n'y a eu qu'un seul léger tremblement de terre, le 22 juillet, vers $2^h 7^m$ de l'après-midi. Pendant l'année 1878, à compter du mois de septembre, on a compté deux tremblements de terre : le premier dans la nuit du 13 au 14 octobre, à $3^h 20^m$, assez fort, car le bruit des vitres d'une porte a pu me réveiller; le second, le 11 décembre, à $7^h 26^m$ du matin.

Astéroïdes découverts en 1879 et 1880; par M. **L. Niesten**, Astronome à l'Observatoire de Bruxelles.

Au 1er janvier 1879, le nombre de petites planètes qui entrelacent leurs orbites entre celles de Mars et de Jupiter s'élevait à 191 ; depuis, 28 nouveaux astéroïdes ont été découverts : c'est donc à 219 que se monte aujourd'hui leur nombre.

Chaque année, on s'attend à voir diminuer la moisson de ces petits objets, dont la masse totale, d'après les calculs de Le Verrier, ne peut dépasser le quart de la masse de la Terre; mais les résultats acquis par les patients observateurs qui s'occupent de la recherche des astéroïdes ne viennent pas appuyer ces prévisions.

Il est vrai que d'année en année ceux de ces petits corps que l'on découvre diminuent de dimension et d'éclat, que les plus brillants ont depuis longtemps trouvé leur place dans les

catalogues des petites planètes, et que pour en découvrir de nouveaux les astronomes doivent employer des télescopes de plus en plus puissants. Cependant, d'après le nombre de découvertes de ces cinq dernières années, on pourrait dire qu'on est loin d'en voir terminer la série; il paraîtrait, au contraire, que le nombre d'astéroïdes ne cesse de s'accroître à mesure que leurs dimensions diminuent.

On comprend, à cause du nombre toujours croissant de ces petits corps et de la longueur des calculs que comporte la détermination de leurs orbites, la difficulté qu'éprouvent les astronomes calculateurs de pouvoir fournir des éphémérides pour chacun d'entre eux; aussi jusqu'à ce jour n'ont-ils pu construire de Tables que pour 13 astéroïdes.

Il n'est donc pas étonnant que souvent certaines petites planètes restent pendant de nombreuses années sans pouvoir être observées, qu'elles sont pour ainsi dire perdues.

Plus d'une fois, il arrive aussi que les observateurs qui consacrent leurs veilles à la recherche de ces poussières du ciel croient pouvoir ajouter à la longue liste de ces découvertes un astéroïde nouveau, puis qu'ils s'aperçoivent, après en avoir calculé les éléments, que la planète supposée nouvelle n'est autre qu'un objet depuis longtemps catalogué.

C'est ainsi que cette année M. Peters, de Clinton, signalait, le 17 juillet, un objet comme un nouvel astéroïde. Des observations subséquentes vinrent apprendre que cette petite planète tenait déjà son rang dans les catalogues des astéroïdes, qu'elle y occupait le n° 77 et qu'elle portait le nom de *Frigga*. Depuis 1868, où on l'observa pour la dernière fois à Berlin, cette petite planète avait échappé aux recherches des astronomes.

Une autre, *Hilda*, la plus éloignée des petites planètes, qui se rapproche par conséquent le plus de l'orbite de Jupiter, a été vainement recherchée, dans ces derniers temps, aux environs de sa position calculée; aussi sera-t-il difficile maintenant de la retrouver.

Il en sera probablement de même de celle qui porte le nom de *Scylla*, et dont quatre observations seulement purent être obtenues, à Pola et à Berlin, en 1875.

Quoi qu'il en soit, comme on le verra plus bas, la patience n'a pas fait défaut à MM. Peters, de Clinton, et Palisa, de Pola, et leurs veilles ont été richement récompensées.

En dépit de ceux qui prétendent que la moisson des petites planètes est depuis longtemps faite, ces deux infatigables observateurs ont pu, en glanant, enrichir notre système solaire de 17 astéroïdes nouveaux.

Notons, avant d'entamer la liste des découvertes en 1879, que :

M. Watson, de l'Observatoire de Washburn (Madison, Wisconsin), a donné aux astéroïdes qu'il a découverts en 1877 les

noms suivants, 174 *Phaedra*, 175 *Andromache*, 179 *Clytemnestra*, et que le n° 183, découvert par M. Palisa, a reçu le nom d'*Istria*.

On le voit, nous ne devons pas craindre, avec Arago, que les noms mythologiques viennent à manquer aux membres du groupe toujours croissant d'astéroïdes.

192ᵉ *astéroïde* : NAUSIKAA. — Découvert le 17 février à Pola par M. Palisa, cet astéroïde avait pour coordonnées, à $13^h 47^m 6^s$, temps moyen de Pola,

$$\alpha = 11^h 10^m 20^s,43, \quad \delta = +5°53'55''4.$$

Il était de 11ᵉ grandeur et avait un mouvement diurne de — 60^s en ascension droite et $+6'$ en déclinaison.

193ᵉ *astéroïde* : AMBROSIA. — M. Coggia, de Marseille, a découvert cette petite planète le 28 février. Elle avait la position

$$\alpha = 11^h 29^m 9^s,31, \quad \delta = +5°1'18''.$$

194ᵉ *astéroïde* : PROKNE. — Le 21 mars à $14^h 15^m 45^s$, M. Peters, de Clinton, trouva cette petite planète sous

$$\alpha = 12^h 12^m 3^s,91, \quad \delta = +9°26'30'',2.$$

Elle est de 11ᵉ grandeur.

195ᵉ *astéroïde* : EURYKLEÏA. — Cette petite planète fut observée pour la première fois par M. Palisa à l'Observatoire de Pola, le 28 avril. Elle était de 12ᵉ grandeur et avait pour position

$$\alpha = 13^h 1^m 10^s, \quad \delta = -9°58'.$$

196ᵉ *astéroïde* : PHILOMELA. — Découverte par M. Peters, de Clinton, le 17 mai 1879, cette petite planète avait pour coordonnées

$$\alpha = 12^h 16^m, \quad \delta = +6°46.$$

Elle était de 10ᵉ grandeur et avait un faible mouvement vers le sud.

197ᵉ *astéroïde* : ARETE. — Le 21 mai, M. Palisa découvrait à Pola cet astéroïde, qui avait pour position

$$\alpha = 16^h 2^m 12^s,20, \quad \delta = -15°26'55'',1.$$

Il était de 12ᵉ grandeur.

198ᵉ *astéroïde* : AMPELLA. — A Marseille, M. Borrelly découvrit cette petite planète. Elle avait pour coordonnées

$$\alpha = 17^h 6^m, \quad \delta = -25°26'.$$

Son mouvement diurne était de $+8'$, et sa grandeur 11.

199ᵉ *astéroïde* : BYBLIS. — Cette planète a été trouvée par M. Peters à Clinton, le 10 juillet. De 11ᵉ grandeur, elle avait pour position

$$\alpha = 17^h 21^m, \quad \delta = -23°33'.$$

200e *astéroïde :* Dynamène. — C'est encore à M. Peters, de Clinton, qu'on doit cette découverte. La planète, le 28 juillet, avait pour coordonnées

$$\alpha = 21^h 42^m, \quad \delta = -15°38',$$

et elle était de 11e grandeur.

201e *astéroïde :* Pénélope. — Découverte à Pola le 7 août par M. Palisa, cette petite planète occupait la position

$$\alpha = 22^h 7^m 28^s,34, \quad \delta = -8°55'49^s,5.$$

202e *astéroïde :* Chryseis. — Le 23 septembre, M. Peters trouvait cette petite planète sous

$$\alpha = 23^h 44^m, \quad \delta = -10°5'.$$

Elle était de 11e grandeur et son mouvement diurne était de $-7'$.

203e *astéroïde :* Pompeja. — Cette petite planète a encore été découverte par M. Peters, de Clinton. Le 27 septembre, elle avait pour position

$$\alpha = 0^h 56^m, \quad \delta = +8°15'.$$

Elle était de 11e grandeur.

204e *astéroïde :* Kallisto. — Découverte par M. Palisa à Pola, le 13 octobre, cette petite planète avait pour coordonnées

$$\alpha = 2^h 1^m 22^s, \quad \delta = +12°8'14'',2.$$

Elle était de 12,5 grandeur.

205e *astéroïde.* — Le 13 octobre, à $11^h 22^m 23^s$, M. Palisa, de Pola, trouva cette petite planète sous

$$\alpha = 2^h 5^m 33^s,26, \quad \delta = +13°46'29'',3.$$

Sa grandeur était 12.

206e *astéroïde :* Hersilia. — A Clinton, M. Peters découvrit cette petite planète. De 11e grandeur, elle avait pour coordonnées

$$\alpha = 1^h 0^m, \quad \delta = +1°20'.$$

207e *astéroïde.* — M. Palisa trouva cette petite planète le 17 octobre. Elle était de 11,5 grandeur et avait pour coordonnées

$$\alpha = 2^h 18^m 55^s,99, \quad \delta = +14°13'51'',8.$$

Son mouvement diurne était de $-61^s,9$ et $-3',3$.

208e *astéroïde.* — Découverte par M. Palisa à Pola, le 21 octobre, cette petite planète avait pour position

$$\alpha = 2^h 20^m 31^s, \quad \delta = +15°25'16''.$$

Elle était de 12,5 grandeur et avait un mouvement diurne de $-48^s,14$ d'ascension droite et $+42'',2$ de déclinaison.

209e *astéroïde :* Dido. — M. Peters découvrit cette petite planète le 22 octobre, à 14^h, sous

$$\alpha = 1^h 23^m 49^s, \quad \delta = -13°23',1.$$

Elle était de 11e grandeur.

210ᵉ *astéroïde.* — Le 12 novembre, M. Palisa trouva cet astéroïde. Il était de 11,2 grandeur. Sa position, à $11^h 40^m 25^s$, était

$$\alpha = 2^h 19^m 37^s,18, \quad \delta = +15°35'14'',6.$$

211ᵉ *astéroïde.* — M. Palisa a découvert cette petite planète à Pola le 10 décembre. Elle était de 10,5 grandeur et avait, à $11^h 49^m 29^s$, temps moyen de Pola, la position

$$\alpha = 5^h 1^m 37^s,5, \quad \delta = +23°39'33'',4.$$

212ᵉ *astéroïde.* — C'est encore à M. Palisa, de Pola, qu'on doit cette découverte. La planète, le 6 février 1880, à $13^h 51^m 50^s$, temps moyen de Pola, avait pour coordonnées

$$\alpha = 10^h 22^m 40^s,72, \quad \delta = +8°32'48'',1.$$

Elle était de 12ᵉ grandeur.

213ᵉ *astéroïde.* — Lilaea. — Découverte par M. Peters, de Clinton, le 17 février 1880, cette planète avait pour coordonnées, à 13^h, temps moyen de Washington,

$$\alpha = 10^h 50^m, \quad \delta = +13°22'.$$

Son mouvement diurne en déclinaison était de $+7'$. Elle était de 11ᵉ grandeur.

214ᵉ *astéroïde.* — Découvert le 1ᵉʳ mars à Pola par M. Palisa, cet astéroïde avait pour coordonnées

$$\alpha = 11^h 22^m 40^s, \quad \delta = +3°31'.$$

Son mouvement diurne en ascension droite était de -52^s e celui en déclinaison de $+4'$. Il était de 11ᵉ grandeur.

215ᵉ *astéroïde.* — Œnone. Le 7 avril, M. Knorre découvrait cette petite planète. Elle avait à $13^h 33^m$, temps moyen de Berlin, pour position

$$\alpha = 13^h 53^m 43^s, \quad \delta = -11°43'2''.$$

Elle était de 12,8 grandeur.

216ᵉ *astéroïde.* — Cette planète a été découverte par M. Palisa, à Pola, le 10 avril.

A $9^h 32^m 19^s$, temps moyen de Pola, sa position était

$$\alpha = 12^h 59^m 50^s,66, \quad \delta = -12°8'14'',9.$$

Elle était de 11ᵉ grandeur.

217ᵉ *astéroïde.* — M. Coggia, de Marseille, a découvert cette petite planète le 30 août, sous

$$\alpha = 23^h 17^m, \quad \delta = -4°21'.$$

Son mouvement diurne en déclinaison était de $-11'$. Elle était de 12ᵉ grandeur. On en a déterminé les positions, depuis le 30 août jusqu'au 27 septembre, à Marseille et à Paris.

218ᵉ *astéroïde.* — Trouvée par M. Palisa, à Pola, le 4 sep-

tembre, cette petite planète, de 11[e] grandeur, avait pour coordonnées

$$\alpha = 23^h 9^m 16^s, \quad \delta = -2^\circ 56'.$$

Son mouvement diurne en ascension droite était de -48^s, et celui en déclinaison était de $-8'$. On a pu la suivre à Berlin, à Leipzig et à Marseille pendant le mois de septembre.

219[e] *astéroïde.* — C'est encore à M. Palisa, de Pola, qu'est due cette découverte. Le 30 septembre à $12^h 28^m 44^s$, temps moyen de Pola, sa position était

$$\alpha = 1^h 34^m 9^s,94, \quad \delta = +11^\circ 32' 45'',1.$$

Son mouvement diurne en ascension droite était de -37^s, et celui en déclinaison de $-14''$.

Comme on le voit, au moment de leurs découvertes, ces petites planètes étaient très faibles; la plus grosse (219) était de 10[e] grandeur, les autres de 10,5, 11[e], 12[e] et 12,8 grandeur.

Les inclinaisons de leurs orbites sur le plan de l'écliptique sont comprises entre 3° et 7° pour les astéroïdes 211, 212, 213 et 214; elle est de 14° pour l'astéroïde 216, de 17° et de 25° pour l'astéroïde 215.

Les distances moyennes au Soleil, la distance de la Terre au Soleil étant 1, et les excentricités de ces astéroïdes sont respectivement :

Astéroïdes.	Distances.	Excentricités.
211	3,052	0,1524
212	3,116	0,0938
213	2,746	0,1244
214	2,611	0,0314
215	2,768	0,0389
216	2,794	0,2874
217	»	»
218	2,702	0,1684

AVIS.

Conformément à l'article 12 des Statuts, la situation des comptes sera présentée dans l'assemblée générale annuelle qui aura lieu le jeudi 21 avril.

Il est désirable qu'à ce moment les allocations scientifiques, les frais relatifs aux conférences, ainsi que les dépenses d'administration et du *Bulletin*, soient soldés.

Nous prions donc nos Collègues qui ne sont pas libérés jusqu'au 31 mars 1881 de vouloir bien envoyer le montant de leurs annuités dues en un mandat sur la poste au nom de M. le baron Thenard, Trésorier de l'Association scientifique. On peut également payer au Secrétariat de la Société.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

16 JANVIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 42.

CONFÉRENCE DU 26 JANVIER, A LA SORBONNE.

M. **Bertin**, directeur des études à l'École Normale supérieure et membre de l'Association : Les Miroirs magiques.

NOTICE SUR LES OBSERVATOIRES FRANÇAIS VERS LA FIN DU SIÈCLE DERNIER ; par M. **Tisserand**, membre de l'Institut [suite ([1])].

OBSERVATOIRE DE MARSEILLE.

Fondé par les Jésuites en 1696, l'observatoire de Marseille eut d'abord pour directeurs le P. Laval et le P. Pézenas; ce dernier organisa des observations régulières et publia successivement cinq Volumes de Mémoires scientifiques sur diverses questions d'Astronomie, de Mécanique et de Physique; il eut pour collaborateur le P. Lagrange, qui devint plus tard directeur de l'observatoire de Milan.

Lors de la dispersion de l'ordre des Jésuites en 1763, la direction de l'observatoire fut confiée à Saint-Jacques de Sylvabelle, qui s'était fait connaître déjà par d'importants Mémoires de Mathématiques, insérés pour la plupart dans les *Mémoires des Savants étrangers;* il avait étudié l'Astronomie pratique avec Pézenas. Saint-Jacques eut à surmonter de grandes difficultés; il formait à lui seul le personnel d'un observatoire à peu près dépourvu d'instruments; ceux qui s'y trouvaient auparavant appartenaient presque tous à Pézenas, qui les avait emportés avec lui à Avignon. Son activité sut parer à tout. Venu à Paris en 1770, il s'y fit construire une lunette méridienne et un quart de cercle. Il put faire à son retour, et pendant près de trente ans, une suite nombreuse d'observations importantes; nous citerons en particulier ses

([1]) Voir le *Bulletin* du 9 janvier 1881.

recherches sur les réfractions atmosphériques, sa détermination de la rotation de Jupiter, des travaux sur les comètes, et ses observations de la disparition de l'anneau de Saturne en 1772 et en 1790.

En 1778, Bernard était entré à l'observatoire comme astronome adjoint; sur l'invitation de Lalande, il y fit des observations des satellites de Saturne, qui, après avoir été très étudiés par les astronomes, avaient été délaissés depuis soixante-dix ans. Ses observations ont permis à Lalande de faire des Tables nouvelles et plus précises des mouvements de ces satellites, et elles ont été employées par Laplace, dans la *Mécanique céleste,* pour déterminer les déplacements séculaires de l'orbite du satellite le plus éloigné de la planète.

A la mort de Saint-Jacques, en 1801, Thulis fut appelé à le remplacer; il était déjà astronome adjoint depuis 1789. On lui doit une longue série d'observations régulières des planètes et beaucoup de mesures des positions des comètes. Il avait si bien instruit et encouragé Pons, le concierge de l'observatoire, que celui-ci découvrit dix-huit comètes en quatorze ans à l'observatoire de Marseille. Le Bureau des Longitudes a publié dans les *Additions à la Connaissance des Temps* une partie des observations de Saint-Jacques, de Bernard et de Thulis.

Flaugergues. — Flaugergues était né à Viviers (Ardèche) en 1755; les succès académiques qu'il remporta de bonne heure sur divers sujets de Mécanique, de Physique et de Météorologie ne purent le décider à quitter Viviers, et il n'accepta d'autre place que celle de juge de paix dans sa ville natale. En 1786, il fit construire un observatoire dans sa maison; avec des instruments médiocres, à force de soins et de patience, et grâce au ciel très pur de Viviers, il put faire beaucoup d'observations intéressantes; il s'attacha d'abord aux phénomènes des satellites de Jupiter. En 1797, le Bureau des Longitudes lui envoya une lunette achromatique de Caroché pour continuer ces observations; il lui confia également une lunette pour la recherche des comètes et une petite lunette méridienne qui avait servi autrefois à Lacaille; en 1801, il lui envoya en outre un quart de cercle. C'est à Flaugergues qu'on doit la découverte de la grande comète de 1811; quand il la rencontra, elle était encore télescopique. Il a observé, en outre, beaucoup d'autres comètes et de nombreuses taches solaires. En 1802 et 1803, il put déterminer les moments de la disparition et de la réapparition de l'anneau de Saturne et en conclure la position de son plan; on lui doit également une observation du passage de Mercure sur le Soleil en 1802.

Duc de Lachapelle. — Duc de Lachapelle naquit en 1765 à Montauban, où son père était receveur des finances; en 1788, il alla à Paris étudier l'Astronomie avec Lalande, au Collège de

France; il s'y exerça aux observations avec son maître, soit à l'observatoire du Collège de France, soit à celui de l'École militaire; il devint en peu de temps très habile dans les observations et les calculs. Possesseur d'une grande fortune, il n'hésita pas à en consacrer une partie pour contribuer aux progrès de l'Astronomie. Rentré à Montauban, il fit construire un observatoire à ses frais et le munit d'instruments qu'il avait commandés pendant son séjour à Paris. En 1792, son observatoire était en pleine activité. Duc fit un Catalogue d'étoiles australes qu'on ne pouvait observer avec précision à Paris; mais il se consacra principalement aux observations de Mercure, qui lui avaient été recommandées particulièrement par Lalande; il observa le passage de Mercure sur le Soleil en 1789. Le zèle qu'il montrait pour l'Astronomie détermina le Bureau des Longitudes à lui confier le grand secteur de 6 pieds de rayon dont Lacaille s'était servi à Paris, dans son observatoire du Collège Mazarin, et au Cap de Bonne-Espérance ([1]).

Les observations de Duc de Lachapelle ont été publiées par le Bureau des Longitudes dans les *Additions à la Connaissance des Temps*.

En dehors des observatoires mentionnés ci-dessus, il y en avait encore d'autres, moins importants; nous citerons celui de Montpellier, qui a compté parmi ses astronomes Plantade, de Ratte et Poitevin, et celui de Lyon, où Lalande avait pris le goût de l'Astronomie aux leçons du P. Béraud.

Nous allons maintenant faire connaître quelques-uns des observatoires qui s'étaient développés à Paris autour de l'Observatoire central.

OBSERVATOIRE DE L'ÉCOLE MILITAIRE.

Jeaurat avait été nommé professeur de Mathématiques à l'École militaire en 1753; ce fut alors qu'il se livra avec ardeur à l'étude de l'Astronomie. Bientôt il se procura une pendule et une lunette méridienne, et obtint un donjon pour les placer. En 1768, le duc de Choiseul, ministre de la guerre, lui fit construire un observatoire à l'École militaire; on y installa un sextant de 4 pieds de rayon, fait par Canivet, un instrument des passages et une pendule de Lepaute. On doit donc regarder Jeaurat comme le premier fondateur des divers observatoires qui se sont succédé à l'École militaire et qui devaient rendre à l'Astronomie des services signalés.

Les instruments du nouvel observatoire étaient encore bien insuffisants; après avoir fait des efforts inutiles auprès des mi-

---

([1]) Ce secteur de Lacaille se trouve aujourd'hui à l'observatoire de Toulouse.

nistres les plus célèbres, Malesherbes et Turgot, pour obtenir un mural, Lalande l'obtint en 1774 de Bergeret, receveur général des finances, qui fit construire pour son compte, par Bird, un grand quart de cercle mural de 7½ pieds de rayon; la lunette avait 32 lignes d'ouverture; cet instrument est le dernier et le meilleur du célèbre artiste anglais; il fut placé à l'observatoire de l'École militaire en 1778 et confié à Lepaute d'Agelet, Jeaurat étant entré depuis quelque temps à l'Observatoire de Paris. Lepaute d'Agelet avait commencé ses études astronomiques à l'âge de dix-sept ans, sous la direction de Lalande, avec lequel il observait au Collège de France ou à l'observatoire du Collège Mazarin. Son ardeur était stimulée au plus haut degré par sa tante, Mme Lepaute, qui était elle-même très versée dans les observations et les calculs astronomiques, et qui avait exécuté très heureusement avec Clairaut de longs et pénibles calculs pour déterminer le moment de la réapparition de la comète de Halley en 1758. D'Agelet travaillait déjà depuis cinq ans avec Lalande, quand on eut besoin d'un astronome pour le voyage aux terres australes, commandé par Kerguelen. A son retour, on lui confia le bel instrument de Bergeret, et il eut ainsi un moyen d'être plus utile à l'Astronomie que la plupart des autres astronomes ses contemporains, dénués de grands et bons instruments. De 1780 à 1785, il fit à l'École militaire une belle série d'observations des planètes; mais il en fit principalement sur les étoiles, dont Lalande lui avait conseillé de faire un nouveau Catalogue. Il déployait une activité surprenante; souvent, après avoir passé six ou sept heures de sa journée avec ses élèves, à l'École militaire, il en passait encore sept ou huit pendant la nuit à sa lunette, où il déterminait quelquefois plus de cent étoiles. Il fut détourné de ces travaux utiles par le voyage de circumnavigation entrepris par Lapérouse; on l'attacha comme astronome à l'expédition. D'Agelet quitta Paris le 23 juin 1785; la veille, en faisant ses adieux à Lalande, il lui remit ses journaux d'observation; son maître lui promit de les publier, s'il ne pouvait le faire lui-même. Il ne devait malheureusement pas revenir. Lalande tint sa promesse; les observations de d'Agelet furent publiées dans l'*Histoire céleste française* et dans les *Mémoires de l'Académie;* ces observations ont été, dans ces dernières années, réduites et réunies en un Volume par un astronome américain bien connu, M. Gould.

Les nouvelles constructions de l'École militaire ayant exigé, en 1786, la démolition de l'observatoire, Lalande ne négligea rien pour en obtenir la reconstruction. Le maréchal de Ségur, alors ministre de la guerre, s'y prêta avec bienveillance; l'observatoire fut solidement établi. Bergeret étant mort le 21 février 1785, de Zach avait fait des tentatives pour acheter à ses héritiers le mural de Bird; il aurait voulu le transporter dans

le bel observatoire qu'on élevait alors près de Gotha; heureusement ce précieux instrument fut acquis par le Conseil de l'École militaire, au prix de 14000 livres, et installé peu après. Jamais, jusque-là, observatoire n'avait été aussi bien organisé; M. de Ségur avait laissé Lalande maître d'y faire toute la dépense et d'y mettre toute la perfection qu'il pouvait désirer. Le nouvel observatoire coûta environ 80000 livres.

Il fallait utiliser au plus vite des ressources aussi précieuses. Lalande conçut pour cela un projet des plus importants.

Un siècle auparavant, Flamsteed, directeur de l'observatoire de Greenwich, avait fait un Catalogue de 2884 étoiles boréales, et ce Catalogue avait servi aux astronomes dans toutes leurs observations; mais, depuis cette époque, les positions des étoiles avaient changé; celles que l'astronome anglais leur avait assignées n'étaient plus assez exactes; en outre, elles n'étaient pas assez nombreuses. Le Monnier dès 1741, plus tard Lacaille, Mayer et Bradley sentirent la nécessité de faire un Catalogue plus riche et plus exact. Lacaille était allé au Cap de Bonne-Espérance, où il avait observé 10000 étoiles australes; les étoiles boréales exigeaient un semblable travail. C'était là ce que Lepaute d'Agelet avait commencé de faire avant son départ avec Lapérouse, c'est ce que Lalande voulut continuer. En 1789, le quart de cercle, tourné jusque-là vers le sud, fut dirigé vers le nord, et Lalande résolut d'explorer la zone céleste comprise entre le pôle et 45° de déclinaison; ne pouvant entreprendre à lui seul un travail aussi long et aussi pénible, il s'adjoignit son neveu, Lefrançais-Lalande, qui s'exerçait aux observations depuis dix ans. Cet astronome y mit du zèle, de l'intelligence et du courage, tandis qu'une jeune épouse, occupée elle-même de calculs pénibles et utiles, l'encourageait par son exemple. Au bout d'une année, avec sa lunette, qui lui permettait d'observer jusqu'aux étoiles de la 10e grandeur, Lefrançais-Lalande avait observé 8000 étoiles là où Flamsteed n'en avait que 386, et cependant il n'avait encore exploré que la septième partie du ciel; l'étendue du travail et les avantages qu'on en pourrait tirer augmentaient singulièrement. Pour assurer la précision du Catalogue, un nouvel instrument devenait nécessaire. En effet, le quart de cercle, quoique du célèbre Bird, ne pouvait être dans un plan assez parfait pour que tous les passages observés le fussent exactement dans le méridien; d'ailleurs, il fallait s'en assurer. Aussi Lalande demanda qu'on fît faire pour l'observatoire de l'École militaire un instrument des passages dont la lunette eût la même ouverture que celle du quart de cercle. Le ministre de la guerre de cette époque, M. de la Tour du Pin, s'y prêta, et l'instrument fut installé en 1790. On acquit aussi une excellente pendule de Lepaute. Lalande dit qu'il arrivait à cette pendule de rester pendant

un mois sur la même seconde; pendant trois mois, il n'y avait pas sur le mouvement diurne de la pendule de différences supérieures à $\frac{1}{20}$ de seconde. Avec ces deux instruments, il était facile de déterminer les erreurs du quart de cercle, ou plutôt d'obtenir les instants précis des passages au méridien, pour un certain nombre d'étoiles convenablement distribuées, et observées à la fois avec le quart de cercle et la lunette méridienne.

Le travail fut poursuivi sans relâche, même pendant les troubles de la Révolution, et Lalande a pu dire que, dans ces temps malheureux, quand on ne travaillait pas à l'Observatoire, faute d'astronomes et faute d'instruments, c'est à l'École militaire que la France a dédommagé l'Astronomie, par un travail suivi avec courage et assiduité. Il y avait sans doute des moments difficiles : ainsi, le 10 août 1792, après l'arrestation de Louis XVI, la lunette du grand mural fut faussée par des gens qui cherchaient des armes dans l'observatoire.

En 1794, 25000 étoiles avaient été observées. Le Catalogue fut terminé en 1800; il se composait d'environ 50000 étoiles, observées presque toutes par Lefrançais-Lalande, qui y avait employé la plus belle partie de sa jeunesse. Sur ce nombre, Mme Lefrançais-Lalande en avait calculé 10000. Désormais on était sûr d'avoir ainsi, dans toutes les parties du ciel, des points fixes auxquels les astronomes pourraient comparer les comètes, et par suite déterminer leurs orbites; on aurait en même temps une base solide pour déterminer les mouvements propres des étoiles.

En 1801 parut l'*Histoire céleste française,* qui résumait ce travail gigantesque; Delambre, en en rendant compte à l'Institut, finissait en disant que les astronomes à venir le citeraient plus souvent et avec plus d'éloges encore que les contemporains de l'auteur. Delambre ne s'était pas trompé.

Par une coïncidence singulière, ce grand Catalogue a été terminé à peu près à l'époque de la découverte par Piazzi de la première des planètes télescopiques, qui aujourd'hui ont atteint le nombre considérable de 217. En concevant son travail, Lalande n'avait pensé qu'à l'utilité qu'on en retirerait pour les observations des comètes; il a rempli parfaitement ce but, mais il a été au moins aussi utile pour les observations des petites planètes.

En 1797, Burckhardt fut envoyé à Paris par la duchesse de Gotha pour y étudier l'Astronomie; il s'y fixa définitivement et fit avec Lefrançais-Lalande de nombreuses observations de comètes à l'observatoire de l'École militaire.

Par le court exposé qui précède, on voit que l'observatoire de l'École militaire occupe une belle place dans l'histoire de l'Astronomie.

Nota. — Le quart de cercle de Bird qui a servi à la construction du Catalogue de Lalande est aujourd'hui à l'observatoire de Toulouse.

OBSERVATOIRE DU COLLÈGE MAZARIN.

Lacaille avait commencé d'observer au Collège Mazarin en 1742; l'année suivante, on lui bâtit un observatoire près du dôme, sur un des massifs qui le supportent. C'est là que, durant sa courte carrière astronomique (vingt-deux ans), Lacaille fit les observations les plus précises pour cette époque; elles ont été faites une dizaine d'années avant l'entrée de Bradley à l'observatoire de Greenwich. Il les a réunies dans son bel Ouvrage sur les fondements de l'Astronomie. Pour obtenir la publication de ce Livre, il eut le courage de calculer pour un libraire dix années d'éphémérides. A la mort de Lacaille, Lalande, qui observait depuis longtemps au Luxembourg, transporta ses instruments au Collège Mazarin; en 1769, il y faisait observer d'Agelet. L'observatoire de Lacaille fut démoli par l'architecte chargé d'arranger le Collège Mazarin pour l'Institut.

OBSERVATOIRE DE CLUNY.

Cet observatoire avait été fondé vers 1750, par Delisle, au retour d'un long voyage qu'il avait fait en Russie, où le czar l'avait attiré pour y organiser une École d'Astronomie. Delisle avait rapporté de son voyage une ample collection de livres, de manuscrits, d'observations astronomiques et géographiques; il céda le tout au Dépôt des Cartes de la Marine et reçut en échange le titre d'astronome de la Marine, avec un traitement de 3000 livres, et 500 livres pour un élève. L'observatoire de la Marine fut établi à l'hôtel de Cluny, dans une tour vieille de cinq siècles. Delisle y eut successivement pour élèves Godin, Grandjean de Fouchy, Lalande et Messier. A la mort de Delisle, Messier lui succéda. Il avait alors comme instruments un pendule à secondes de Jullien Le Roy, un quart de cercle de 3 pieds, un équatorial avec lunette de 5 pieds, deux télescopes et un instrument des passages.

C'est là que, pendant près d'un demi-siècle, Messier s'est voué à la recherche des comètes avec une ardeur infatigable; il en a découvert vingt-deux. La Harpe nous apprend que Louis XV l'appelait le *furet des comètes*. Messier observait ses comètes et les autres pendant toute leur apparition; il en a suivi plus de cinquante et a contribué ainsi, plus qu'aucun astronome de son temps, aux progrès de l'astronomie des comètes.

On lui doit également de très nombreuses observations des éclipses des satellites de Jupiter, plusieurs occultations

des Pléiades par la Lune, et des observations physiques de Mars, Jupiter et Saturne; ces dernières observations avaient été faites avec un télescope dont le miroir avait été poli par le président de Saron. En cherchant des comètes, Messier avait été conduit à dresser un Catalogue de 102 nébuleuses; c'est le premier de ce genre. Plus tard, avec leurs puissants télescopes, les deux Herschel en découvraient plus de 3000.

C'est avec une petite lunette de 2 pieds et de $2\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture que Messier a découvert toutes ses comètes; elle ne grossissait que cinq fois, mais elle avait 4° de champ. On peut, dit Lalande, s'en procurer une pareille pour 70^{fr} ou 80^{fr}. En voyant les faibles ressources dont disposait Messier, on ne peut que rappeler ces paroles de Lalande : « Cette partie intéressante de l'Astronomie (l'astronomie des comètes) ne pourra faire de progrès rapides que quand il se trouvera des curieux qui voudront sacrifier des soirées à la recherche des comètes; cela est si facile et la curiosité est un véhicule si actif, qu'on a lieu de s'étonner que personne n'ait encore réussi. Les astronomes sont en trop petit nombre; ils sont trop occupés de la multitude d'objets et de calculs que le ciel leur fournit, et ils ne peuvent donner que trop peu de temps à la recherche des comètes; il n'y a guère qu'une centaine de nébuleuses qui ressemblent à de petites comètes, et on les connaît bien vite. »

Cet appel au public conserve aujourd'hui toute son actualité.

A côté des observatoires indiqués ci-dessus, il y en avait à Paris beaucoup d'autres moins importants. Citons-en quelques-uns :

1° L'observatoire du Collège de France, où Lalande observait assez souvent et où il formait de nombreux élèves, parmi lesquels on compte d'Agelet, Piazzi, Cagnoli, Lefrançais-Lalande, Duc de Lachapelle, Delambre, etc.

2° L'observatoire de la rue Paradis. Cet observatoire avait été élevé par M. Geoffroy d'Assy, ancien caissier des receveurs généraux des finances, dans son hôtel de la rue Paradis, au Marais. Delambre était venu à Paris en 1771, comme précepteur du fils de M. d'Assy; âgé de trente-deux ans, il ne s'était pas encore occupé d'Astronomie; c'est alors qu'il suivit les Cours de Lalande au Collège de France; le maître distingua bien vite son élève et en fit son collaborateur. Lalande décida plus tard (en 1788) M. d'Assy à faire construire un observatoire pour l'usage personnel de Delambre; on y installa une lunette méridienne semblable à celle de l'observatoire de l'École militaire. Delambre y détermina les ascensions droites des plus belles étoiles du nouveau Catalogue de Lalande, ce qui offrait une vérification précieuse. Il y fit aussi de nombreuses observations pour vérifier et concilier les Catalogues de Lacaille et de Mayer, et y observa le passage de Mercure sur le Soleil en 1789; enfin il y détermina assidûment les positions

des planètes jusqu'en 1791, époque à laquelle il dut se consacrer entièrement aux travaux de la méridienne de France.

3° L'observatoire de M. le marquis de Courtanvaux.

M. de Courtanvaux était grand amateur d'Astronomie; il avait fait construire à ses frais une frégate, *l'Aurore*, pour essayer les montres marines de Leroy; Messier et Pingré avaient été les astronomes de l'expédition. Il avait fait élever dans sa maison de Colombes, à 2 lieues de Paris, un observatoire assez complet, où il appelait souvent les astronomes de l'Académie.

A cette époque, l'Astronomie était en honneur dans la magistrature.

Duséjour, conseiller au Parlement, était un calculateur ingénieux et infatigable.

De Saron, premier président du Parlement de Paris, qui avait remplacé M. de Courtanvaux comme membre honoraire de l'Académie des Sciences, aimait passionnément l'Astronomie, construisait lui-même des télescopes dans ses moments de loisir, en polissait les miroirs. Il achetait les plus beaux instruments, plaçait les uns dans son observatoire de la rue de l'Université et se faisait un plaisir de prêter les autres aux astronomes, à Messier, Méchain, Le Gentil, etc. De Saron était devenu très habile dans le calcul des orbites des comètes. Une comète venait-elle à paraître, elle était bientôt observée par Messier, qui portait à de Saron ses premières observations; celui-ci calculait l'orbite, et, si le mauvais temps était survenu, il indiquait à Messier l'endroit où il fallait rechercher et retrouver la comète. En 1781, Herschel venait de découvrir Uranus; il la prit d'abord, et tous les astronomes avec lui, pour une comète. Il soumit au calcul les observations du nouvel astre que lui avait apportées Messier; mais cette fois il se trouva arrêté : la méthode usuelle ne convenait plus; il était impossible de mettre d'accord le calcul et l'observation. Tous les astronomes qui s'occupèrent de ce sujet éprouvèrent les mêmes difficultés. Enfin, après avoir fait de nombreuses combinaisons, de Saron annonça le premier que sa plus courte distance au Soleil devait égaler au moins douze fois la distance de la Terre au Soleil. Emprisonné en 1793, de Saron se livrait encore à ses occupations favorites : Messier avait pu lui faire passer ses observations d'une nouvelle comète; de Saron en calcula l'orbite et put encore apprendre que la comète suivait la route qu'il lui avait tracée. Il fut, comme Lavoisier, Bailly et tant d'autres, victime de la Terreur, et mourut sur l'échafaud en 1794. Lalande a dit de lui :

« Il faisait venir les instruments à grands frais; il avait le meilleur chronomètre, la meilleure lunette, et il les prêtait aux astronomes avec une générosité exemplaire. Il était hor-

loger et opticien; il avait poli lui-même le miroir du télescope de 30 pouces de Messier. C'était pour lui le délassement des fonctions importantes de la plus haute magistrature, qui ne l'empêchaient point d'être utile aux savants; il les rassemblait chez lui; il faisait des expériences avec les chimistes; il fit imprimer à ses frais un Ouvrage de Laplace, dont il connaissait l'importance. »

Cet Ouvrage est la *Théorie du mouvement elliptique et de la figure des planètes*, imprimé à Paris en 1784.

Cette courte Notice montre combien le goût de l'Astronomie était répandu en France au siècle dernier. Les nombreux observatoires, à Paris et en province, étaient pourvus de ressources bien minimes, qui pouvaient alors, grâce au zèle des astronomes, suffire aux besoins de l'Astronomie. Aujourd'hui, pour faire avancer la Science, il faut des instruments plus dispendieux et des ressources beaucoup plus grandes. Le Gouvernement n'hésite pas devant les dépenses nécessaires; il est largement secondé par les municipalités des villes de Marseille, Toulouse, Lyon et Bordeaux, et à Nice par M. Bischoffsheim, et tout donne lieu de croire que de beaux jours se préparent pour un nouvel essor de l'Astronomie en France.

Note sur la radiophonie; par M. **E. Mercadier**.

J'appelle *radiophonie* le phénomène découvert récemment par M. G. Bell, et dans lequel une radiation (telle que celle qui constitue un rayon solaire), rendue intermittente suivant une période déterminée, produit, en tombant sur des corps taillés en lames, un son de même période.

En vue d'une application possible de ce phénomène à la télégraphie optique, j'ai dû l'étudier de près, et j'ai obtenu des résultats dont voici les principaux.

I. *La radiophonie ne paraît pas être un effet produit par la masse de la lame réceptrice vibrant transversalement dans son ensemble, comme une plaque vibrante ordinaire.* — En effet, une lame quelconque (dans les conditions où se produit le phénomène) : 1° reproduit *également bien* tous les sons successifs, depuis les plus graves possibles jusqu'à des sons aigus qui, dans mes expériences, sont allés jusqu'à 600 à 700 vibrations doubles par seconde, et cela *sans solution de continuité;* 2° reproduit *également bien* des *accords* dans tous les tons possibles, variant si l'on veut *d'une manière continue*, en faisant varier d'une manière continue la vitesse de l'appareil qui produit les intermittences. Cet appareil est, à cet effet, composé d'une roue en verre à la surface de laquelle est collé un disque de papier portant quatre séries d'ouvertures au nombre de 80, 60, 50, 40 : cela permet, en faisant passer le rayon lumineux

dans les trous d'une série et soulevant le support de la roue elle-même, de produire les sons *successifs* d'un accord parfait, et, en laissant le support de la roue immobile et concentrant à l'aide d'une lentille cylindrique la lumière sur les quatre séries d'ouvertures à la fois, de produire des *accords* parfaits plaqués.

Or aucune plaque rigide vibrante connue n'est susceptible de produire de tels effets.

3° Les sons produits ne changent d'ailleurs ni de timbre ni de hauteur avec l'épaisseur et la largeur des lames des récepteurs. Ils ne changent même pas d'intensité d'une manière sensible avec la largeur et même avec l'épaisseur dans les lames transparentes, comme le verre et le mica, entre des limites éloignées qui, pour le verre en particulier, s'étendent de $0^{mm},5$ à $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ d'épaisseur. Cela m'a permis d'employer des lames réceptrices de 1^{cmq}, en particulier des lames de tourmaline de cette dimension [1].

4° Une plaque fêlée, fendue, de verre, de cuivre, d'aluminium, etc., produit très sensiblement les mêmes effets que lorsqu'elle est intacte.

II. *La nature des molécules du récepteur et leur mode d'agrégation ne paraissent pas exercer sur la nature des sons produits un rôle prédominant.* — En effet : 1° à épaisseur et à surface égales, les récepteurs, de quelque nature qu'ils soient, produisent des sons de même hauteur.

2° Quand l'épaisseur des lames réceptrices diminue de plus en plus, les différences spécifiques qui existent entre leurs modes de production du phénomène s'atténuent de plus en plus quand on rend identique leur surface exposée aux radiations, par exemple en les recouvrant toutes d'une pellicule de noir de fumée.

3° L'effet produit par des radiations ordinaires est, toutes choses égales d'ailleurs, à très peu près le même pour des substances transparentes aussi différentes que le verre, le mica, le spath d'Islande, le gypse, le quartz parallèle ou perpendiculaire à l'axe.

Il en est de même quand on emploie des radiations polarisées, à l'aide d'un nicol par exemple.

III. *Les sons radiophoniques résultent bien de l'action direote des radiations sur les récepteurs.* — Car : 1° on diminue graduellement l'intensité du phénomène en diminuant la quantité des radiations reçues, à l'aide de diaphragmes d'ouverture variable.

---

(1) L'intensité des sons est d'ailleurs, pour les lames opaques, d'autant plus grande qu'elles sont plus minces; le clinquant de cuivre, d'aluminium, de platine et surtout de zinc, de $\frac{1}{20}$ de millimètre par exemple, donne d'excellents résultats.

2° En polarisant les radiations et en prenant pour lame réceptrice un analyseur mince, tel qu'une lame de tourmaline, les sons produits présentent les variations d'intensité correspondant à celles de la radiation elle-même, quand on fait tourner le polariseur ou l'analyseur.

IV. *Le phénomène semble résulter principalement d'une action sur la surface du récepteur.* — Car son intensité dépend beaucoup de la nature de la surface. Toute opération qui diminue le pouvoir réflecteur et augmente le pouvoir absorbant de la surface influe sur le phénomène; les surfaces dépolies, ternes, oxydées, sont les plus convenables.

L'intensité du phénomène est considérablement augmentée quand on recouvre la surface de certaines substances noires en poussière ou non, telles que le bitume de Judée, le noir de platine et surtout le noir de fumée; mais cet effet ne se fait particulièrement sentir que lorsque les lames recouvertes sont très minces : ainsi, sous une épaisseur d'environ $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre, on obtient de remarquables effets.

J'ai construit, en conséquence, des récepteurs radiophoniques très sensibles à l'aide de plaques de zinc, de verre, de mica, très minces et enfumées.

L'emploi de ces récepteurs sensibles m'a permis d'arriver au résultat suivant.

V. *Les effets radiophoniques sont relativement très intenses.* — Je puis en effet, actuellement, les obtenir non seulement avec les radiations du Soleil et d'une lampe électrique, mais avec la lumière oxyhydrique, la flamme d'un bec de gaz ordinaire, et par suite avec les radiations des sources intermédiaires, telles que lampe à pétrole, spirale de platine rougie par un bec Bunsen, etc.

VI. *Les effets radiophoniques paraissent être produits principalement par les radiations de grande longueur d'onde, dites calorifiques.* — Pour le démontrer, sans m'arrêter pour le moment à l'emploi de cuves remplies de liquides absorbants, tels que l'alun, l'iode dissous dans le sulfure de carbone, etc., dont l'effet ne saurait être bien net, j'ai essayé d'explorer avec un récepteur sensible le spectre étalé des radiations agissantes. J'y suis parvenu avec la lumière électrique de 50 bunsens et en employant des lentilles et un prisme en verre ordinaires : j'ai reconnu que le maximum d'effet est produit par les radiations rouges et infra-rouges invisibles; à partir du jaune jusqu'au violet et au delà, je n'ai pas obtenu d'effet sensible dans les conditions où j'ai opéré. L'expérience a été réalisée, à plusieurs reprises, avec des récepteurs en verre enfumé, en platine platiné et en zinc à surface nue.

Je crois devoir signaler les faits précédents, qui m'ont paru certains. Il me reste encore bien des points à signaler et à éclaircir.

Je suis parvenu, par une méthode simple, à démontrer que les effets radiophoniques peuvent être produits par des sources dont l'éclat *lumineux* intrinsèque est beaucoup plus faible que celui d'une lampe à gaz ordinaire, et même par des radiations *invisibles* uniquement *calorifiques*.

A cet effet, j'ai reconnu d'abord qu'on pouvait entendre les sons radiophoniques provenant des lampes oxyhydriques et des lampes à gaz sans avoir besoin de lentilles de concentration; il suffit de les approcher le plus près possible de la roue interruptrice en verre, en limitant le faisceau émis à l'aide d'un diaphragme d'ouverture convenable placé très près de la roue.

J'ai pris alors un disque de cuivre de $0^m,002$ d'épaisseur et d'environ $0^m,040$ de diamètre, fixé à quelques centimètres de distance du diaphragme, et je l'ai chauffé sur la face opposée à la roue à l'aide d'un chalumeau oxyhydrique, en ménageant graduellement l'accès de l'oxygène. On obtient ainsi une source de radiations d'abord invisibles, mais dont la température peut être peu à peu portée au rouge sombre et au rouge clair. Or, dans ce dernier état, on entend très nettement les sons produits par cette source si peu lumineuse, et, si l'on éteint le chalumeau, on entend des sons d'intensité décroissante, il est vrai, mais on les entend encore quand le disque est invisible dans l'obscurité. Ce dernier effet peut être produit d'une manière continue, en modérant assez la flamme du chalumeau pour que le disque conserve une température un peu inférieure à celle du rouge naissant. On peut faire sans difficulté cette observation avec des récepteurs en verre ou en mica, minces et enfumés, et l'on a ainsi un véritable *thermophone*.

NOTE SUR L'ENRICHISSEMENT DES TERRES PLOMBEUSES, PAR UN COURANT D'AIR FORCÉ; par M. **Delesse**.

Aux environs de Génolhac, vers l'extrémité orientale du massif granitique formant la montagne de la Lozère, on a commencé à exploiter des filons de galène. On y rencontre très fréquemment des terres ferrugineuses, d'un jaune ocreux, qui contiennent des minerais de plomb et notamment du plomb phosphaté, se montrant souvent en prismes hexagonaux d'un beau vert; c'est surtout ce qu'on observe lorsque les filons métallifères sont encaissés dans le granit décomposé. Ces terres ne renferment guère plus de 7 pour 100 de plomb et, par conséquent, elles constituent un minerai très pauvre; mais, comme elles sont abondantes, d'une extraction facile et quelquefois même nécessaire, on a cherché à les enrichir par les procédés ordinaires de lavage. Malheureuse-

ment on n'a pu y réussir et alors, à l'emploi de l'eau, on a essayé de substituer celui de l'air.

Quelques expériences sur ce nouveau procédé ont été faites par MM. les ingénieurs des Mines Julien et de Castelneau, ainsi que par M. Rigaud, exploitant de Génolhac; il n'est pas inutile d'en faire connaître les résultats.

L'appareil employé pour enrichir les terres plombeuses a reçu le nom de *trieur à soufflet.* Il paraît devoir être utile dans les pays qui manquent d'eau, et déjà il a été essayé dans le sud de l'Espagne pour traiter des scories de plomb qui, en moyenne, contenaient seulement quelques centièmes de ce métal; toutefois son emploi a été abandonné. Sans entrer dans les détails de la construction de cet appareil, il suffira de dire qu'un soufflet force le vent à travers trois toiles métalliques superposées, dont les dimensions sont respectivement $0^{m},004$, $0^{mm},5$, $0^{mm},1$. Le vent, ainsi parfaitement divisé, arrive dans une boîte rectangulaire à l'extrémité de laquelle une trémie débite, d'une manière régulière, les matières pulvérulentes qu'il s'agit de classer. Ces matières sont mises en suspension dans l'air par les coups de vent très rapides qui sont produits par le soufflet, et elles s'avancent peu à peu vers l'autre extrémité de la boîte. Les parties stériles, étant les plus légères, sont facilement soulevées et entraînées dans le haut par le vent; tandis que les parties plombeuses, étant plus lourdes, se maintiennent surtout dans le fond, où l'ouverture d'une vanne permet de les recueillir. L'appareil fonctionne à peu près comme une sorte de bac à piston dans lequel l'eau serait remplacée par de l'air.

Des essais ont été entrepris avec cet appareil par MM. les ingénieurs de Castelnau et Julien : opérant sur 2^{mc} de terres ocreuses et plombeuses, ils ont déterminé le poids des divers produits obtenus successivement, ainsi que leur teneur en plomb et leur teneur en argent.

Les terres ont d'abord été séchées, puis classées par grosseurs au moyen de cribles à mailles carrées de $0^{m},001$, $0^{m},002$, $0^{m},003$, $0^{m},004$, $0^{m},005$ de côté. On a traité dans l'appareil seulement les n°s 2, 3, 4, 5, parce que les numéros inférieurs sont trop petits pour que la séparation des parties métalliques puisse s'opérer convenablement.

En moyenne, ces terres avaient une teneur en plomb de 7,4 pour 100 et une teneur de 81^{gr} d'argent au quintal de plomb; mais, après l'opération préparatoire du criblage, tandis que la teneur en plomb dépassait 9 pour 100 pour le n° 1 et était encore voisine de 9 pour le n° 2, elle diminuait au contraire successivement pour les numéros supérieurs, et même elle devenait moindre que 2 pour 100 pour le n° 5 : ce résultat doit sans doute être attribué à la grande friabilité du plomb phos-

phaté, dont les débris augmentaient dans les numéros plus petits.

Quant à la proportion d'argent, si l'on s'en rapporte aux essais, elle a varié en sens inverse de celle du plomb.

D'après ces résultats, on voit que théoriquement il est possible, par une série d'opérations, d'enrichir des terres plombeuses et de les transformer en minerais marchands au moyen du *trieur à soufflet*. Mais il faut observer que les terres dont le grain est très fin ou microscopique ne sont pas susceptibles d'être traitées avantageusement dans cet appareil; et ce sont malheureusement celles dont la teneur en plomb est la plus élevée. De plus, la teneur en argent semble diminuer dans la terre enrichie en plomb.

On a essayé de traiter dans le *trieur à soufflet* les minerais de galène de Génolhac ayant une gangue quartzeuse et dolomitique; toutefois on n'a pas obtenu des résultats satisfaisants.

Dans l'état actuel de la métallurgie du plomb, qu'on produit en si grande quantité et à des prix si bas en Amérique, on peut donc douter que le procédé devienne véritablement économique. Il faut d'ailleurs ajouter que les poussières plombeuses auxquelles il donne lieu le rendraient très insalubre pour les ouvriers et que, à cet égard, il réclame des améliorations.

Quoi qu'il en soit, le *trieur à soufflet* mérite d'être signalé comme un appareil permettant d'opérer par l'air une préparation mécanique et de classer, d'après leur densité, des matières pulvérulentes qui ne se laissent pas séparer par l'eau.

L'Observatoire de Nice; par M. **G. Tissandier**.

On a souvent dit que les donateurs étaient rares parmi nous, dans le domaine de la Science, et qu'on ne trouvait point en France, comme en Amérique ou en Angleterre, des riches protecteurs des arts et des sciences qui sèment l'or, dans le seul but de faciliter le développement des œuvres intellectuelles et de concourir au progrès.

M. Raphaël Bischoffsheim, dont le nom devient synonyme de générosité, a voulu faire exception dans notre pays. Après s'être pris de passion pour l'Astronomie, après avoir doté l'Observatoire de Paris d'un cercle méridien d'une valeur considérable, M. Bischoffsheim a résolu de créer un observatoire sous le beau ciel du midi de la France, et il a fait à cet effet l'acquisition de 35^{ha} de terrain dans le voisinage de Nice. Nous voulons donner à ce sujet quelques renseignements qui nous ont été souvent demandés par nos lecteurs.

Les travaux du nouvel observatoire sont conduits avec la plus

grande activité, et plus de deux cent cinquante ouvriers y sont actuellement employés. Cet établissement scientifique, qui comptera parmi les plus beaux et les plus complets qui soient au monde, sera situé près de la route de la Corniche, sur le mont des Mignons (ou mont Gros), à quelques kilomètres au nord-est de Nice et à 375^{m} au-dessus du niveau de la mer. Deux vastes maisons d'habitation serviront de logement aux astronomes et de lieu d'hospitalité aux savants étrangers et aux visiteurs. L'une de ces maisons est terminée, et M. Thollon y a exécuté dans ces derniers temps ses beaux travaux de Spectroscopie.

On s'occupe en même temps de la construction des instruments, dont quelques-uns seront prochainement terminés. Toute l'installation est faite sous les auspices du Bureau des Longitudes; l'Observatoire de Nice comprendra d'abord deux équatoriaux, une lunette méridienne et un certain nombre d'autres instruments accessoires.

L'un des équatoriaux pourra être considéré comme la merveille des merveilles. Cet instrument colossal, qui sera probablement le plus grand appareil astronomique du monde, aura 18^{m} de distance focale et $0^{m},76$ d'ouverture. La coupole qui l'abritera n'aura pas moins de 22^{m} de diamètre. La construction de l'objectif de ce grand équatorial est confiée aux mains habiles de MM. Paul et Prosper Henry, les jeunes et savants astronomes de l'Observatoire de Paris.

L'instrument seul coûtera environ 250000^{fr}, et la construction de la coupole nécessite des frais analogues.

La dépense totale de l'Observatoire de Nice dépassera 2 millions de francs.

Tel est le cadeau que fait à la Science et à son pays un homme riche et libéral, qui, s'intéressant aux grandes choses, aime à protéger les entreprises utiles, et dont on ne saurait signaler la munificence sans blesser la modestie. (*La Nature*).

M. Le Muet, membre de l'Association à Coutances, dont les photographies représentant les ruines d'Athènes ont été mises sous les yeux des membres de l'Association scientifique, vient de nous adresser une nouvelle série de vues analogues, recueillies en Sicile et à Pestum, où se trouvent de magnifiques temples dont plusieurs sont dans un état de conservation remarquable.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

23 JANVIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 43.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 29 JANVIER, A LA SORBONNE.

M. **Hément**, Inspecteur de l'Instruction publique : L'art de faire parler les sourds-muets et de les instruire.

Ouverture des Conférences scientifiques et littéraires de l'Association à la Sorbonne, le 15 janvier 1881.

M. **Faye**, membre de l'Institut, a fait, avec grand succès, une conférence sur la LUNE, et il a bien voulu nous en donner le compte rendu suivant.

LES VOLCANS DE LA LUNE; par M. **Faye**.

Mesdames et Messieurs,

En m'engageant à vous entretenir de la Lune, je me suis reporté, par la pensée, à l'époque, déjà vieille d'une trentaine d'années, où j'étais à l'Observatoire, du temps de M. Arago. Plus d'une fois notre célèbre directeur m'a chargé de faire voir le ciel à des visiteurs, des gens du monde curieux de contempler les astres avec les grandes lunettes de l'Observatoire. C'était toujours la Lune qui excitait le plus leur curiosité, et cela est bien naturel, car c'est l'astre le plus voisin de nous, le compagnon fidèle de la Terre dans sa circulation annuelle autour du Soleil, celui qui exerce sur nous la plus grande influence après le Soleil. C'étaient alors des questions sans fin; j'étais parfois assez embarrassé d'y répondre. On s'attendait à voir sur la Lune des mers, des montagnes, des volcans, en un mot des paysages semblables aux nôtres, à ceux des Alpes ou des Pyrénées. Quelques-uns arrivaient même persuadés qu'il devait y avoir des habitants sur la Lune. Un de ces messieurs

un mois sur la même se
avait pas sur le mouvement
supérieures à $\frac{1}{20}$ de seconde.
était facile de déterminer les
plutôt d'obtenir les instants préci
pour un certain nombre d'étoiles
et observées à la fois avec le quart
ridienne.

Le travail fut poursuivi sans relâc
troubles de la Révolution, et Lalande a
temps malheureux, quand on ne travaillait
faute d'astronomes et faute d'instrument
militaire que la France a dédommagé l'Ast
travail suivi avec courage et assiduité. Il y a
des moments difficiles : ainsi, le 10 août 1792, apr
de Louis XVI, la lunette du grand mural fut fau
gens qui cherchaient des armes dans l'observatoir

En 1794, 25000 étoiles avaient été observées. Le
fut terminé en 1800; il se composait d'environ 5000
observées presque toutes par Lefrançais-Lalande, qui
employé la plus belle partie de sa jeunesse. Sur ce no
Mme Lefrançais-Lalande en avait calculé 10000. Désormai
était sûr d'avoir ainsi, dans toutes les parties du ciel, des p
fixes auxquels les astronomes pourraient comparer les
mètes, et par suite déterminer leurs orbites; on aurait
même temps une base solide pour déterminer les mouvement
propres des étoiles.

En 1801 parut l'*Histoire céleste française,* qui résumait ce travail gigantesque; Delambre, en en rendant compte à l'Institut, finissait en disant que les astronomes à venir le citeraient plus souvent et avec plus d'éloges encore que les contemporains de l'auteur. Delambre ne s'était pas trompé.

Par une coïncidence singulière, ce grand Catalogue a été terminé à peu près à l'époque de la découverte par Piazzi de la première des planètes télescopiques, qui aujourd'hui ont atteint le nombre considérable de 217. En concevant son travail, Lalande n'avait pensé qu'à l'utilité qu'on en retirerait pour les observations des comètes; il a rempli parfaitement ce but, mais il a été au moins aussi utile pour les observations des petites planètes.

En 1797, Burckhardt fut envoyé à Paris par la duchesse de Gotha pour y étudier l'Astronomie; il s'y fixa définitivement et fit avec Lefrançais-Lalande de nombreuses observations de comètes à l'observatoire de l'École militaire.

Par le court exposé qui précède, on voit que l'observatoire de l'École militaire occupe une belle place dans l'histoire de l'Astronomie.

...791, époque à laquelle il dut se consa-
...vaux de la méridienne de France.
... le marquis de Courtanvaux.
...it grand amateur d'Astronomie; il
...frais une frégate, *l'Aurore*, pour
...s de Leroy; Messier et Pingré
... l'expédition. Il avait fait élever
... à 2 lieues de Paris, un obser-
...pelait souvent les astronomes
...
...it en honneur dans la magis-
...
..., était un calculateur ingé-
...
Parlement de Paris, qui
...mme membre honoraire
...sionnément l'Astrono-
...es dans ses moments
...etait les plus beaux
...rvatoire de la rue de
...ter les autres aux
...l, etc. De Saron
...ites des comètes.
...bientôt observée
...s observations;
...était survenu,
...ercher et re-
...ie découvrir
...ec lui, pour
... du nouvel
... fois il se
...s; il était
...n. Tous
...rent les
...breuses
...courte
...stance
...livrait
...faire
...a en
...vait
...x et
...ud
...le
...it
...

OBSERVATOIRE...

... observatoire avait été ... voyage qu'il ava... pour y organiser une ... de son voyage une ... d'observations astron... au Dépôt des Cartes ... le titre d'astronome de la M... livres, et 500 livres pour ... Marine fut établi à l'hôtel de Cluny ... siècles. Delisle y eut successivement ... Grandjean de Fouchy, Lalande ... Delisle. Messier lui succéda. Il avait ... un pendule à secondes de Jullien L... de 3 pieds, un équatorial avec lun... lescopes et un instrument des passages.

C'est là que, pendant près d'un demi-... voué à la recherche des comètes avec ... il en a découvert vingt-deux. La ... Louis XV l'appelait le *furet des comètes*... comètes et les autres pendant tout ... suivi plus de cinquante et a contribué ... astronome de son temps, aux progrès ... comètes.

On lui doit également de très nombreuses ... des éclipses des satellites de Jupiter, ...

me disait un soir, pendant que je préparais pour lui notre plus grande lunette : « Ah ! si j'étais astronome, je me consacrerais absolument à cette recherche. Je sais bien que vos télescopes sont trop faibles pour nous faire voir des êtres vivants, mais j'en ferais construire de gigantesques. Ce serait si beau de découvrir des êtres comme nous, ou même de simples traces de leur existence, dans d'autres régions de l'univers ! »

Ainsi tous les visiteurs nous arrivaient persuadés qu'ils allaient voir des merveilles, et moi j'étais condamné au rôle assez ingrat de les détromper d'abord, pour tâcher ensuite de les intéresser aux réalités.

Je ne vous répéterai pas tout ce je leur disais alors, car, depuis un tiers de siècle, la Physique céleste a singulièrement changé de face; mais je vous ferai voir les mêmes choses, grâce à la Photographie qui nous permet de prendre l'empreinte exacte de la Lune et de la projeter agrandie devant vous sur ce tableau. Vous la verrez même beaucoup mieux qu'à l'Observatoire. M. Molteni, avec son bel appareil de projection, va faire passer sous vos yeux les sites les plus variés, sans que vous ayez à attendre que les phases de la Lune les amènent devant vous dans le cours d'un mois.

Examinons d'abord le premier quartier. Ce qui frappe tout d'abord dans cette belle image de la Lune, ce sont ces grands espaces grisâtres qu'on soupçonne, sans pouvoir les bien distinguer, quand on regarde cet astre à l'œil nu. Les anciens astronomes, persuadés que la Lune doit être faite comme la Terre, les ont pris pour des mers et leur ont donné, en ce sens, des noms que nous avons conservés, bien qu'ils portent tout à fait à faux, car il n'y a pas une seule goutte d'eau sur la Lune, même dans les puits les plus profonds. Voici la mer des Temps sereins, le lac des Songes, la mer des Calmes, la mer de Nectar, la mer de la Fécondité, la mer des Crises : singuliers noms, n'est-ce pas, qui nous rappellent les influences diverses qu'on attribuait autrefois à la Lune sur le beau et le mauvais temps, sur les mariages, les malades, les femmes en couches.

L'œil est frappé de la profusion des cirques grands ou petits, tous très profonds, dont la Lune est criblée dans les régions les plus brillantes, celles que l'on considérait autrefois comme des continents.

Vous retrouverez des configurations analogues au second quartier. Voici l'océan des Pluies, qui fait pendant à la mer de la Sérénité, car, vous le savez, pour les anciens météorologistes, la Lune faisait, à tour de rôle, la pluie et le beau temps. Les mers affectent elles-mêmes la forme circulaire ; on dirait des cirques extrêmement grands et empiétant parfois les uns sur les autres. C'est sur les bords de cet océan des Pluies que

se trouvent les saillies qu'on prend pour des chaînes de montagnes et auxquelles on a donné les noms tout terrestres d'Alpes, de Caucase, d'Apennins, de Carpathes. En réalité, il n'y a pas sur la Lune de chaînes de montagnes comme les nôtres.

Je fais passer rapidement sous vos yeux la pleine Lune. Elle n'offre presque pas d'intérêt, parce que le relief des objets y disparaît, faute d'ombres portées. Tout est vu et éclairé de face; les saillies cachent pour nous les ombres qu'elles produisent sur le sol. Pas de relief, pas de perspective : tout est à plat.

Il est intéressant maintenant de recourir à des grossissements plus forts pour examiner plus en détail et de plus près des contrées limitées. Voici, comme spécimen des deux mille cirques lunaires qu'on y a comptés et mesurés, le cirque d'Archimède. Dans le voisinage, vous voyez les Apennins. La plaine environnante appartient à l'océan des Pluies. Vous y remarquerez des rayures longues et noires : on les a prises longtemps pour des rivières; mais ce sont de simples fendillements, des fissures, des failles, comme disent les géologues, pareilles à celles que le retrait produit dans nos terrains argileux quand ils viennent à se dessécher. Mais les bords de ces fentes sont au même niveau, tandis que, sur terre, ils présentent d'énormes dénivellations. Remarquez la configuration de ce cirque, formé d'un puits dont nous allons mesurer tout à l'heure la profondeur énorme, et bordé d'une enceinte en saillie, à pente extérieure très douce, mais à pente intérieure très raide.

Il est impossible de ne pas être frappé de la singulière netteté de tous les détails, de l'acuité des cimes, du tranchant des arêtes dont vous voyez les ombres portées sur le sol ou sur le fond plat du cirque. Il n'y a là aucune trace des érosions, des frottements, des dégradations de tout genre qui ont arrondi gracieusement sur notre globe tous les contours, et fait disparaître les angles aigus de toutes les saillies. On dirait un globe tout neuf. C'est qu'il n'y a sur la Lune aucun des agents de dégradation qui ont agi sur notre globe, ni air, ni eau, ni torrents, ni ruisseaux, ni pluie, ni neige, ni glaciers; les moindres détails restent intacts depuis des millions d'années. Rien ne conserve mieux les choses que le vide absolu.

Ces plaines elles-mêmes, qu'on a prises si longtemps pour des mers, ne sont pas même des terrains de sédiment, mais de vastes épanchements de matière à l'état de fusion ignée, comme nos basaltes ou nos trachytes. Ils ont recouvert un sol antérieurement formé et en ont fait disparaître presque toutes les saillies.

Je ne sais, Messieurs, si j'ai réussi à vous intéresser à ces détails si singuliers, si différents de ce qu'on voit chez nous.

Ce qu'il y a de sûr, c'est qu'ils ne répondaient guère à l'attente de nos visiteurs de l'Observatoire. Pour un peu, ils m'auraient dit : « Quoi ! ce n'est que cela ! » Aussi, quand ils cherchaient des termes de comparaison pour m'expliquer leur impression ou pour s'en rendre compte à eux-mêmes, c'était toujours dans les choses les plus vulgaires qu'ils les trouvaient. L'un me disait : « C'est comme une masse d'étain fondu qu'un étameur a laissé refroidir dans sa casserole ; la surface de cet étain présente alors des aspérités toutes pareilles. » Un autre comparait la Lune à une nappe d'argile non encore tout à fait durcie, sur laquelle des enfants auraient laissé, en courant, les empreintes de leurs talons. Un troisième lui trouvait de grands rapports avec les trous ou les yeux que l'ébullition produit dans une masse d'albâtre artificiel que l'on ferait cuire dans une poêle à frire. Enfin, une jeune personne m'avoua timidement que cela lui faisait l'effet d'un fromage à la pie. Personne ne m'a jamais dit : « Ce sont des volcans. »

Aussi me réclamait-on des volcans, des montagnes ignivomes. Si un astronome placé sur la Lune regardait la Terre avec une bonne lunette, il y en verrait par centaines et ne manquerait pas de noter, çà ou là, des éruptions plus ou moins splendides dans la région non éclairée par le Soleil, parfois même au milieu des neiges et des glaces polaires. Que pouvais-je répondre ? Je ne savais pas bien alors ce qu'étaient ces puits ou ces cirques si profonds ; mais, à coup sûr, si c'étaient des volcans, ces volcans-là étaient bien et dûment éteints. A la vérité, un observateur célèbre, Herschel, a cru assister deux ou trois fois à une éruption sur la Lune ; et, à ce propos, j'ai été heureux de voir ces jours-ci qu'on a donné le nom d'Herschel à une rue nouvelle, dans le quartier du Luxembourg ; mais on aurait bien dû ne lui mettre qu'un *l* : ce nom-là n'a pas besoin d'en avoir deux pour voler à la postérité. Herschel, dis-je, a reconnu plus tard qu'il avait été dupe d'une illusion. C'étaient tout bonnement quelques cimes élevées que le Soleil éclaire encore, à chaque lunaison, lorsque les contrées environnantes sont plongées dans les ténèbres de la nuit.

Enfin, dans une de ces visites à notre Observatoire, une dame, découragée, à bout de mécomptes, me dit :

« Décidément, votre Lune n'est qu'un affreux désert. Ni mers, ni fleuves, ni eau, ni air, rien que des volcans, et encore ces volcans sont éteints ; pas l'ombre de vie, pas un brin d'herbe ! Faites-nous voir au moins un astre plus vivant, que nous puissions croire habité. En existe-t-il un pareil dans le ciel ?

— Oui, Madame, répondis-je ; il en est jusqu'à un que je pourrais citer. Tenez, c'est ce bel astre rougeâtre que vous voyez là-bas. »

La lunette fut dirigée sur Mars et mise au point avec un fort grossissement.

« Voici des continents rougeâtres et des mers de couleur verdâtre. Peut-être cette dernière coloration est-elle un simple effet de contraste. Les contours ne sont pas aussi nets que sur la Lune. Cela tient à l'atmosphère dont Mars est entouré ; elle forme comme une gaze imparfaitement transparente à travers laquelle nous voyons la planète. Par moment, des brumes se forment dans cette atmosphère ; elles nous voilent alors les détails de la surface. A l'un des pôles vous voyez une calotte d'une blancheur éclatante. C'est le pôle qui a l'hiver à cette époque. Est-ce de la neige qui est tombée sur cet hémisphère ? Sont-ce de vrais nuages, plus blancs encore que la neige, qui s'y amassent lorsqu'ailleurs nous ne notons sur Mars que du brouillard ? Je ne sais ; ce qu'il y a de sûr, c'est que cette précipitation de vapeur aqueuse augmentera avec le froid et ira plus tard en diminuant à mesure que la saison d'été s'approchera pour ce pôle. Elle finira par disparaître, mais elle ira se reformer au pôle opposé, en bas, lorsque ce sera au tour de l'autre hémisphère d'éprouver les rigueurs du froid. Revenez l'an prochain, à pareille époque, et vous trouverez cette tache neigeuse toute formée au pôle inférieur. Voilà ce que nous verrions sur la Lune si la Lune avait une atmosphère et des mers.

— Alors Mars est habité ?

— Peut-être ; mais, même avec une atmosphère composée d'oxygène et de vapeur d'eau, il y faudrait encore bien des choses. Ainsi les végétaux auraient besoin d'un peu d'acide carbonique. Si l'on a négligé de mettre un peu d'acide carbonique sur Mars, il n'y aura pas moyen d'y vivre.

— Vous en jugez, me fut-il répondu, comme si Dieu n'avait qu'une corde à son arc, comme s'il ne pouvait peupler cette planète qu'avec des êtres semblables aux nôtres. Pourquoi n'y aurait-il pas sur Mars des êtres tout différents, qui n'auraient pas besoin de votre oxygène, de votre acide carbonique, de vos phosphates, voire même de votre eau ?

— Je ne le crois pas. Plus la Science progresse, et plus nous voyons les lois fondamentales de la nature se généraliser et s'étendre à l'univers entier. La distinction antique entre les astres divins et les êtres sublunaires, c'est-à-dire terrestres, tend à s'effacer. Déjà la Mécanique céleste est devenue un simple Chapitre de notre Mécanique. La Physique céleste n'a plus rien qui la distingue de notre Physique terrestre. Partout nous retrouvons les mêmes éléments chimiques, les mêmes affinités, les mêmes combinaisons, aussi bien dans les pierres qui nous tombent du ciel, ou dans les étoiles les plus éloignées que dans nos laboratoires. Pourquoi n'en serait-il pas de

même des lois essentielles de la vie, lois compatibles d'ailleurs avec une si grande variété de formes animées? La Physiologie universelle ne doit donc pas trancher sur le reste et différer essentiellement de la nôtre. Par exemple, je ne me représente pas du tout des êtres vivant sur une planète dont la température ne s'élèverait jamais au-dessus de celle de la glace fondante, ni sur une autre où elle ne descendrait jamais au-dessous de celle de l'eau bouillante. Sur la première les germes ne se développeraient pas, ils seraient gelés; sur la seconde ils seraient cuits.

— Soit, répliqua la dame, mais avouez que votre Mars est trop loin pour que nous y saisissions des détails que nous comptions voir sur la Lune, et que votre Lune est bien dépoétisée, à se montrer ainsi comme un désert uniquement peuplé de volcans éteints.

— Hélas, oui, Madame, la vérité pure n'est pas aussi riante que la fable. L'Astronomie a perdu de son charme le jour où elle a reconnu que le ciel ne repose pas sur les épaules d'Atlas, et que le char du Soleil n'est pas enlevé au haut de l'Empyrée par les chevaux immortels du dieu des arts et de la poésie. De même, la nature a perdu de son charme lorsque la Science a banni de nos forêts les gracieuses hamadryades, les faunes et les sylvains joyeux. Que voulez-vous? c'est une métamorphose que nous-mêmes, pauvres individus, nous subissons avec l'âge: après les contes des fées viennent les réalités de la vie. Mais, si la nature a perdu de son charme à se montrer dépouillée de ces fictions du premier âge, elle y a gagné en grandeur et en majesté. »

Ne croyez pas d'ailleurs que les astronomes soient plus sévères que les autres. Les premiers ils ont donné en plein dans ces fantaisies; leur seul mérite est de s'en être débarrassés les premiers. Et encore! Herschel croyait le Soleil habité; c'est bien plus fort que pour la Lune. M. Arago lui-même, cet éminent esprit si positif, disait, il n'y a pas vingt-cinq ans, en propres termes: « Si l'on me posait simplement cette question: « Le Soleil est-il habité? » je répondrais que je n'en sais rien. Mais que l'on me demande si le Soleil peut être habité par des êtres organisés d'une manière analogue à ceux qui peuplent notre globe, je n'hésiterai pas à faire une réponse affirmative. » Aujourd'hui, les astronomes reconnaissent qu'il n'y a dans la Lune ni mers, ni fleuves, ni habitants; mais, de leurs anciens préjugés, ils ont conservé les volcans, et ils y tiennent. La collection de photographies dont je me sers devant vous a même été réunie pour prouver qu'il y a des volcans sur la Lune. Tenez. Voici comment ils les imaginent. C'est une coupe théorique d'un volcan lunaire en éruption que M. Molteni va projeter sur le tableau.

Vous voyez comme ce volcan lance en tous sens des pierres et des cendres, de manière à former autour de lui un bourrelet ou une enceinte parfaitement circulaire. Aussi, lorsqu'en l'an XI de la première République les savants finirent par reconnaître que le gros public, les paysans surtout, avaient raison de soutenir qu'il tombe parfois des pierres du ciel sur la Terre, il n'y eut parmi les savants qu'une voix pour en accuser les volcans de la Lune. Les autres astres sont beaucoup trop loin pour nous bombarder ainsi; la Lune est tout près de nous; elle est criblée de volcans; les astronomes y ont aperçu des lueurs d'éruption : c'est elle qui est le coupable. De leur côté, les géomètres, avec la rigueur qui les caractérise, voulurent soumettre la chose au contrôle du calcul. Laplace, Olbers, Biot, Poisson s'empressèrent de déterminer la vitesse avec laquelle il faudrait qu'une pierre fût lancée par un volcan de la Lune pour que ce projectile franchît la sphère d'attraction de notre satellite et pénétrât dans celle de la Terre. On trouva ainsi une vitesse fort raisonnable, cinq fois plus grande seulement que celle d'un boulet de canon. La question semblait donc être résolue par l'affirmative.

C'est même là que M. Verne a pris l'idée d'un de ses plus curieux romans. Trois hardis voyageurs veulent à tout prix visiter la Lune. Ils se font lancer, dans un gigantesque obus, par un canon plus gigantesque et très exactement pointé sur la Lune. Ils atteignent bien la région où se meut notre satellite et réussissent à l'examiner de très près, mais l'auteur n'a pas osé aller jusqu'au bout et leur faire prendre pied sur la Lune, parce qu'il ne savait comment faire pour les rapatrier. On ne trouve pas partout un canon de dimensions convenables. Pourtant un volcan de la Lune aurait fait l'affaire. Il aurait suffi d'y faire rouler l'obus. Lancé vers la Terre, cette fois, il serait retombé juste cinq jours après sur notre globe, en compagnie d'aérolithes de même provenance.

Messieurs, sur ce point comme sur les autres, il y a eu illusion de la part des astronomes. Les pierres qui tombent du ciel ne viennent pas de la Lune; elles n'ont pas été lancées par des volcans. Il y a donc un dernier pas à faire, une dernière illusion à détruire, ou du moins, après avoir reconnu qu'on n'a jamais vu d'éruption sur la Lune, il faut examiner si les deux mille cirques qu'on y a comptés sont bien réellement des volcans, si l'on n'a pas été dupe cette fois encore de l'analogie séduisante qui nous y faisait voir autrefois des mers, des fleuves, des routes, des fortifications comme sur notre propre globe. Afin de mettre fidèlement sous vos yeux les pièces de ce procès que j'entame hardiment devant vous, voici l'argument capital des partisans des volcans lunaires.

On a représenté côte à côte, sur le même cliché dont vous

voyez la projection, les volcans terrestres du golfe de Naples et les cirques de Maurolycus sur la Lune, et l'on dit : « Comparez; voyez si ce n'est pas exactement la même chose. »

J'avoue que l'illusion est forte; mais ce n'est qu'une pure apparence, due à l'éloignement de la Lune et au manque absolu de perspective aérienne. A la distance de 96000 lieues, il n'y a plus moyen de distinguer, sur le tableau que la Lune nous présente, un premier plan, un second plan, un arrière-plan, comme dans les paysages terrestres que nos peintres savent si bien reproduire dans leurs tableaux. Il y a plus : les effets d'éloignement que la nature terrestre accuse par des teintes adoucies et bleuâtres, à cause de l'interposition de l'air, nous font absolument défaut sur la Lune. Sur la Lune il n'y a pas d'air, *pas de lumière diffuse;* aucun objet n'y est visible s'il n'est directement éclairé par le Soleil, et, dans ce cas, je veux dire si vous comparez des objets éclairés, ceux-ci vous paraissent exactement sur le même plan, bien que l'un soit d'une ou de deux lieues en arrière de l'autre.

Pour bien faire comprendre ce jeu singulier de lumière et ce manque absolu de perspective, reportez-vous à l'image de la pleine Lune : vous douteriez-vous que les cirques qui s'y trouvent sont de véritables puits de 1000^{m}, que dis-je, d'une demi-lieue et même de 1 lieue de profondeur? Nos puits de mine vont à 500^{m} ou 600^{m} au plus : ceux de la Lune sont, en comparaison, de véritables abîmes.

Imaginez-vous planant en ballon au-dessus du Vésuve : grâce à la présence de l'air, à la lumière diffusée, à la perspective aérienne, vous en connaîtrez aussitôt la vraie figure. C'est une montagne conique, haute de 1200^{m}; présentant au sommet un vaste cratère de quelques mètres de profondeur. Mettez à sa place un des cirques de la Lune, le premier venu : vous y distingueriez parfaitement, toujours par l'effet de la perspective aérienne, la véritable forme, à savoir un puits entouré d'une margelle circulaire. La margelle a quelques centaines de mètres de relief, mais le fond du puits est à 3000^{m} ou 4000^{m} au-dessous. L'effet d'un tel abîme sera effrayant. Où donc est alors la ressemblance?

C'est que la Géométrie nous fournit ici un moyen sûr de corriger l'illusion inévitable qui produit sur la Lune ce singulier trompe-l'œil : ce moyen, c'est la méthode des ombres. Voulez-vous mesurer la hauteur de l'obélisque? Si vous étiez obligé d'y porter un mètre, il vous faudrait un énorme échafaudage. Eh bien, par la méthode des ombres, il suffit d'attendre que le Soleil ait atteint une hauteur angulaire de 45° et de mesurer alors la longueur de l'ombre portée par l'obélisque sur l'asphalte de la place de la Concorde. Ce procédé bien simple est celui des astronomes. Ils ont mesuré, pour chaque

cirque lunaire, l'ombre portée par la margelle sur le fond du puits et l'ombre portée par la margelle sur le sol extérieur. La première donne la profondeur totale, la seconde le relief de la margelle. Nous connaissons ainsi l'orographie de la Lune bien mieux que celle de la Terre.

J'ai sous les yeux le tableau de toutes ces mesures, beaucoup trop oubliées par ceux qui voient tant de volcans sur la Lune.

Il n'en est pas une seule qui contredise l'idée que j'ai voulu vous donner de ces prétendus volcans. Ce sont tout simplement des puits dont la profondeur est le double, le triple, le quadruple de la hauteur de la margelle.

Mais, je l'avoue, si l'on ne considère pas, si l'on ne mesure pas les ombres portées, les meilleures projections, la Photographie elle-même, ne nous laissent en rien sentir cette remarquable constitution des cirques de la Lune. Voici, par exemple, le beau cirque de Copernic. Le relief de l'enceinte au-dessus du sol est de 800^m; la profondeur du puits au-dessous du sol est de 2600^m. Dans d'autres cirques, cette profondeur va à plus de 1 lieue. Certes, à l'aspect de ces images, si exactes sous d'autres rapports, on ne le dirait pas. Aussi cette différence caractéristique a-t-elle échappé à la plupart des astronomes et à tous les géologues qui se sont occupés de la question. Quand on parle des hautes montagnes de la Lune, c'est qu'on ajoute, au millier de mètres au plus que mesure l'enceinte d'un cirque, la profondeur de 3000^m ou 4000^m de son fond.

Cependant je n'ai encore pris que la moitié de la question en prouvant que le Vésuve, une montagne ignivome, ne ressemble pas plus à un cirque de la Lune qu'un pain de sucre à un trou. Il me reste à considérer encore les cratères des Champs Phlégréens, pour qui l'analogie semble être plus soutenable. Les géologues les attribuent à une seule éruption, tandis que les montagnes volcaniques seraient produites par une série d'éruptions successives dont les déjections superposées auraient fini par former des cônes de 5000^m à 6000^m, comme ceux de la chaîne des Andes, en Amérique. Ils concéderont, à une évidence par trop frappante, que les volcans de seconde espèce manquent absolument sur la Lune; mais les cirques lunaires leur font l'effet d'être de la catégorie des premiers. Eh bien! les cratères d'explosion unique des Champs Phlégréens ont tous leur fond élevé au-dessus du sol ambiant. Le lac d'Agnano a été desséché au moyen d'un simple canal aboutissant à la mer. On monte continuellement pour visiter la Solfatare. Seul le lac Averne a une profondeur de 30^m. Mais le type le plus complet de cratères dus à une éruption unique est le Monte Nuovo, près du lac Averne; il s'est formé en quarante-huit heures, en l'an 1538, dans une plaine basse : or le fond de son cratère est surélevé et non déprimé.

Je cherche autour de moi quelque chose qui ressemble bien aux puits lunaires. Le mot *puits* ne fait pas image, parce que les parois d'un puits sont verticales, et non inclinées comme celles des cirques de la Lune. Je ne trouve que les trous de loup. On appelle ainsi, en termes de fortifications passagères, des excavations que vous avez pu voir, pendant le siège de Paris, sur les terrains où l'ennemi aurait pu s'aventurer s'il avait osé attaquer de front nos remparts. Voici la description de ceux que César fit creuser par ses soldats autour d'Alise, car les trous de loup remontent à une haute antiquité : « Au-devant, dit le général romain, on eut soin de creuser des fosses circulaires profondes de 3 pieds, rangées en quinconce, plus étroites par le bas que par le haut. Au fond de ces trous on planta des pieux ronds, durcis au feu et pointus, qui ne sortaient de terre que de quatre doigts, et qui, pour tenir plus ferme, étaient chaussés de terre par le pied. Il y avait huit rangs de ces fosses ainsi garnies, à 3 pieds de distance l'un de l'autre. » Voilà bien les cirques lunaires en forme de troncs de cône, avec leurs rebords en saillie sur le sol et leur fond profondément déprimé, garni souvent d'un piton central au milieu. L'astronome allemand Schrœter avait bien reconnu cette forme; il croyait même que le relief extérieur était exactement de même volume que l'excavation. Mais cela est bon pour les trous de loup, dont le rebord est fait avec les terres qu'on sort du trou à la pelle. Quoi qu'il en soit, où a-t-on vu sur la Terre un volcan ainsi constitué ?

D'ailleurs, les autres caractères des formations terrestres manquent également à celles de la Lune. Ainsi, les coulées de lave y sont inconnues. Les margelles des cirques ont bien été formées par des épanchements successifs de matière en fusion; mais ces épanchements ont donné lieu à des bourrelets horizontaux et non à des coulées descendant, comme des ruisseaux, suivant les lignes de plus grande pente. Ainsi encore, un cratère produit par une seule explosion devrait avoir la figure en entonnoir de l'excavation formée par un fourneau de mine, tandis que le fond de tous les cirques est absolument plat, et, si l'on rencontre dans plusieurs d'entre eux des monticules plus ou moins élevés, ces monticules ne ressemblent en rien au cône d'éruption que j'ai vu dans le cratère du Vésuve; aucun d'eux n'a d'orifice au sommet ni la forme conique régulière que prennent des cendres accumulées.

C'est donc par une pure erreur de perspective qu'on a été conduit à assimiler les cirques lunaires à nos volcans. L'analogie qui vous frappe de prime abord s'évanouit dès le premier examen. Le fait est qu'il n'y a pas un seul volcan parmi les deux mille cirques; il n'y en a pas un seul parmi les vingt ou trente mille puits minuscules dont la surface de la Lune est

criblée comme une écumoire. En d'autres termes, les faits que je viens de citer sont sans exception. Je me trompe, il y en a une, dont je dois la connaissance à un astronome anglais, M. Nasmyth, et j'aurai occasion de vous montrer tout à l'heure que jamais il ne fut plus vrai de dire que l'exception confirme la règle.

La conclusion, Messieurs, n'est-elle pas évidente ? Les puits de la Lune n'ont pas été formés violemment par voie d'explosion ou d'éruption. Et, d'ailleurs, comment des éruptions se seraient-elles produites sur la Lune ? La seule matière explosive que ces globes célestes, qui ne fabriquent ni dynamite ni poudre à canon, puissent avoir à leur disposition, c'est l'eau ou un liquide quelconque : or, sur la Lune, il n'y a pas une goutte d'eau, non seulement à la surface, mais même à 1 lieue de profondeur. Vous savez tous que nos volcans sont dus à l'eau des mers qui s'engouffre parfois dans les fissures de la croûte terrestre et vient au contact de l'énorme masse incandescente qui se trouve sous nos pieds.

Chose étonnante, mais qu'un géologue français, M. Daubrée, a mise dernièrement en pleine lumière par des expériences directes, cette eau, sous une pression énorme, attaque les silicates fondus de la masse interne, s'y incorpore pour ainsi dire, et les transforme, sans les éteindre, en une matière bouillonnante et explosive.

Le sol est fortement soulevé; il tremble sous l'effort des vapeurs qui se développent; bientôt une issue s'ouvre à travers les couches terrestres déjà fracturées, et la lave éruptive s'élance par cette issue avec des détonations formidables; des pierres fondues, des cendres sont projetées dans les airs comme la mitraille par un canon; la lave foisonnante, toujours exhalant des masses de vapeurs aqueuses, fait irruption à son tour et coule en descendant comme un fleuve de feu sur les flancs du volcan.

Voulez-vous produire artificiellement ces phénomènes ? Cela est aussi facile que dangereux. Allez dans une fonderie, versez quelques gouttes d'eau dans le moule de terre où l'on va couler le fer fondu : cette eau, subitement réduite en vapeur au contact du liquide incandescent, jouera le rôle de la poudre à canon dans un fourneau de mine. Une explosion aura lieu; la fonte, projetée dans les airs en globules, retombera de tous côtés, comme une pluie de feu; le moule, brisé, sera lui-même réduit en poussière et lancé dans les airs.

L'eau des mers est en effet la cause immédiate et nécessaire des phénomènes volcaniques. Ce qui frappe le plus le voyageur qui arrive à Naples, quand il a le Vésuve en vue, c'est l'énorme quantité de vapeur d'eau qui s'échappe de son cratère. Tous les volcans terrestres en activité sont situés au bord des mers

ou des océans. Je fais passer sous vos yeux une éruption du Vésuve, une autre de l'Hécla en Islande, une autre de l'Etna en Sicile : vous voyez bien que la mer baigne les pieds de ces volcans. Examinez maintenant sur cette mappemonde terrestre l'énorme ceinture de volcans qui contourne l'océan Pacifique. Ils sont tous placés sur les grandes fractures de la croûte terrestre qui dessinent les bassins des mers. Si l'on en rencontre à l'intérieur des continents, ils sont éteints depuis longtemps, comme les volcans de l'Auvergne, et leur activité se rapporte aux anciennes époques géologiques où les mers baignaient les contrées voisines. Ainsi donc, sans eau, point de volcans. Or la Lune n'a pas d'eau ; rien, absolument rien, n'indique qu'elle en ait jamais eu : donc ses cirques ou plutôt ses puits ne sont pas d'origine volcanique.

Quelle est donc la cause qui a criblé ainsi de puits de toutes dimensions la croûte primitivement peu épaisse du globe lunaire, par un travail où les forces explosives n'ont eu aucune part ? Ces singuliers phénomènes tiennent à des circonstances particulières qui n'existent plus aujourd'hui. Pour en donner une idée nette à l'aide d'exemples familiers, imaginons une nappe de glace peu épaisse recouvrant l'embouchure d'un grand fleuve, la Seine, par exemple. On sait que le flux et le reflux de la mer se font sentir dans le fleuve lui-même, bien au delà du Havre. L'onde de la marée, en s'engageant sous la glace, la soulèvera peu à peu sans la briser, parce qu'elle ne tient pas aux bords ; mais considérez-la au point où cette glace flexible est soudée aux deux rives et ne peut être détachée : l'eau affluente produira au-dessous une pression plus ou moins forte ; s'il se pratique une ouverture dans la croûte de glace, l'eau montera par cette ouverture, se répandra tout autour sur la glace, s'y figera par le refroidissement et formera autour du trou un mince et large bourrelet.

A la marée suivante, le même effet se reproduira ; le bourrelet commencé recevra une nouvelle couche et augmentera d'épaisseur. Le même effet continuant à se produire périodiquement, cette espèce de margelle croîtra jusqu'à la limite que l'eau peut atteindre par un effet de bélier hydraulique ou de mascaret. Si les alternatives de la marée venaient à cesser, l'eau se gèlerait dans le trou à un niveau inférieur et formerait à ce puits un fond solide parfaitement plan. Nous aurions, dans ces conditions-là, la reproduction exacte, quant à la figure, d'un puits lunaire.

A la vérité, il n'y a pas aujourd'hui de marée sur la Lune. Il n'y en aurait pas quand bien même elle serait recouverte, comme la Terre, par un océan. Cela tient à ce qu'elle nous présente toujours la même face, en d'autres termes, à ce que la durée de sa rotation est précisément égale à celle de sa

révolution mensuelle autour de la Terre. Mais cette égalité parfaite des deux périodes n'a pas toujours existé. A l'origine, lorsque la Lune, nouvellement formée, était entièrement liquéfiée par sa chaleur propre, elle avait une rotation plus rapide, et sa surface était alors périodiquement soulevée et abaissée par l'attraction de notre globe. Plus tard, cette masse incandescente et liquide commença à s'encroûter par suite de son refroidissement progressif. Alors cette croûte plus ou moins flexible fit obstacle aux flux et reflux lunaires; alors commença en une foule de points faibles l'effet que nous venons de décrire.

C'est assurément un des plus beaux phénomènes de la Mécanique céleste que le rôle joué alors par la Terre vis-à-vis de son satellite. La croûte solidifiée de la Lune a produit sur la marée souterraine de cet astre, et par suite sur sa masse entière, l'effet d'un frein que la Terre aurait appliqué tout autour de la Lune pour l'empêcher de tourner, et ce travail puissant a été si bien exécuté, que l'excès primitif de la vitesse angulaire de rotation sur la vitesse de circulation autour de la Terre a été absolument anéanti. Aujourd'hui, ces deux périodes sont égales : elles le resteront éternellement, quoi qu'il puisse arriver de la vitesse de translation.

Un travail aussi gigantesque a été l'œuvre du temps et a dû laisser des traces. L'un de ces effets a été certainement un dégagement de chaleur qui a pu contribuer à fondre par places la mince croûte déjà consolidée. L'autre effet a été la formation de ces puits, dont le fond, si profondément déprimé, s'est arrêté au niveau le plus bas où le fluide intérieur, progressivement réduit, s'est abaissé à diverses époques.

Ce fond lui-même, protégé contre le refroidissement par les parois du puits, a dû rester assez longtemps à l'état de demi-solidification; il a pu céder parfois, en son centre, à de nouvelles pressions souterraines, et laisser passer une petite quantité de matières ignées à l'état pâteux, donnant ainsi naissance aux collines centrales qu'on remarque dans beaucoup de cirques.

Ce qu'il y a de plus surprenant peut-être, c'est que j'aie trouvé dans cette collection de clichés, destinés à démontrer la volcanicité de la Lune, une vérification de la théorie toute contraire que je viens de vous exposer. Il s'agit de l'exception unique que j'ai déjà signalée, celle du cirque dont le fond, au lieu d'être déprimé au-dessous du sol, est au contraire surélevé. Supposez, comme cas presque infiniment particulier, que, par cet orifice étroit qui a dû subsister quelque temps au fond d'un de ces puits, le liquide intérieur se soit fait jour en soulevant le piton central et ait rempli le puits jusqu'au bord, et que, au

moment où le liquide devait commencer à redescendre, la masse centrale, non encore refondue, soit retombée sur l'orifice et l'ait bouché. Le liquide igné, ainsi arrêté comme par une soupape, se sera solidifié sur place; au lieu d'un puits creux, nous aurons un puits plein. Je place sous vos yeux ce phénomène bien exceptionnel; il est unique sur la Lune.

Vous me demanderez, Messieurs, si cette théorie a une valeur réelle, s'il importe beaucoup à la Science de se rendre compte d'une formation géologique particulière à la Lune, dont on ne retrouverait pas un seul exemplaire sur notre propre globe. Je vais vous en faire juge.

D'abord il n'est pas sans intérêt de bannir de la Science l'idée absolument fausse qu'il puisse se produire quelque part dans le monde des volcans sans eau, des explosions sans matières explosives. Ensuite il est beau, j'imagine, de rattacher un phénomène si considérable aux forces naturelles dont la Mécanique céleste nous indique positivement l'existence. Mais à vos yeux comme aux miens, je l'espère du moins, l'intérêt principal de cette solution d'un très curieux problème se trouvera dans l'impulsion nouvelle qu'elle est susceptible d'imprimer à notre propre Géologie.

Elle nous montre, en effet, sous un jour tout nouveau, l'importance du rôle qui appartient aux mers dans toutes les phases que la Terre a traversées et dans celles qu'elle traversera à l'avenir : c'est par cette considération que je vous demande la permission de terminer cette trop longue conférence.

Toute l'histoire de notre globe est comprise sous cette formule absolument inapplicable à la Lune : *Le refroidissement et la solidification de la croûte terrestre vont plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents.* La croûte est donc plus épaisse sous la mer et pèse davantage sur le noyau encore liquide de notre globe. Cet excès de pression s'y transmet en tous sens et se manifeste, avec une douceur irrésistible, par des mouvements de bascule imprimés aux parties faibles de cette écorce, c'est-à-dire aux terres émergées, aux continents. Par les fractures nombreuses qui la décomposent en vastes fragments, surgit, sous la pression susdite, le liquide incandescent de l'intérieur. Ainsi se forment peu à peu les hauts plateaux et les chaînes de montagnes dans les parties faibles, tandis que le fond des mers, au moins d'une manière générale, s'affaisse de plus en plus. La Lune ne nous offre rien de pareil, parce qu'elle n'a jamais eu de mers.

Je vais plus loin et j'oserai affirmer que, sans cette action toute mécanique des mers, la vie n'aurait pu s'établir sur la Terre elle-même. Prenons un exemple particulier, l'indispen-

sable dissémination et circulation de la chaux. Vous le savez, la première enveloppe solide de notre globe était toute granitique, par la raison fort simple que les éléments du granit étant les plus légers de tous les matériaux primitifs, ils devaient se tenir à la surface. Or le granit ne contient pas de chaux. Sans chaux, une partie de la vie végétale et toute la vie animale seraient impossibles. Aussi ne trouve-t-on pas trace de fossiles dans le granit. Mais, sous l'inégale pression de l'écorce solidifiée, que je viens d'expliquer par l'inégal refroidissement des régions sous-marines et des régions déjà émergées, le granit s'est fissuré çà et là; les lourds silicates à base de chaux et de fer, situés d'abord dans les profondeurs, ont été injectés par ces fentes et ont fait leur apparition forcée à la surface.

Alors, saisis par l'eau chargée d'acide carbonique, ces silicates décomposés ont abandonné leur chaux, qui a été entraînée et dissoute dans les mers. A partir de ce moment, la chaux a été mise en circulation; les animaux inférieurs de la mer y ont puisé l'élément chimique de leurs carapaces; les animaux supérieurs l'ont absorbée pour se former un squelette; en un mot, la Terre est devenue habitable, grâce à la chaux, dont on a pu dire avec raison que la moindre parcelle a fait partie de quelque être vivant.

Rien de tout cela ne pouvait se produire sur la Lune; même avec une atmosphère et de l'humidité, elle serait restée un désert, tandis que la Terre, comprimée çà et là par un mécanisme bien simple, qui fonctionne encore sous nos yeux, a été forcée de mettre au jour et de laisser circuler à sa surface les éléments de vie qu'elle renfermait dans sa profondeur. Seulement tout s'achète et se paye. Les mers ont leurs inconvénients; elles font naître souvent des phénomènes d'une violence inouïe. Il n'y a rien au monde de si effrayant qu'une éruption volcanique, rien d'aussi destructeur qu'un tremblement de terre. La Lune en est exempte; tout s'y est passé bien tranquillement; rien n'y change plus : mais cette tranquillité, c'est le désert, c'est la mort.

Ce que j'ai désiré vous démontrer dans cette conférence, Mesdames et Messieurs, est facile à formuler; je serais heureux que la formule frappât vos esprits et y laissât un souvenir : la Lune n'a pas de volcans, parce qu'elle n'a pas et n'a jamais eu de mers; les cirques lunaires n'ont qu'une ressemblance de premier coup d'œil avec nos volcans, ressemblance que les mesures exactes font évanouir; ces cirques sont des puits, des trous de loup d'une profondeur énorme, dont la formation tient aux causes qui ont forcé la Lune à nous montrer toujours la même face.

Note sur la formation d'une couche mince de glace a la surface de la mer, observée a Smyrne pendant l'hiver de 1879; par M. Carpentin.

Un phénomène météorologique s'est produit à Smyrne le 25 janvier 1879,

Ce jour-là, et jusqu'à 9^h du matin, une couche de glace de $0^m,002$ d'épaisseur environ recouvrait toute la surface de la mer, le long des quais, sur une étendue de 2^{km} en longueur et de 500^m en largeur. Dans le port marchand, qui est presque fermé, la surface de l'eau était également congelée.

Ce phénomène remarquable trouve sans doute son explication dans l'action réfrigérante exercée sur la mer, pendant la nuit du 24 au 25 janvier, par la coïncidence des circonstances suivantes :

1° Température centigrade de 1°,5 au-dessous de 0°, le 25, à 6^h du matin;

2° Calme complet, le 25 au matin;

3° Légère brise d'ouest-nord-ouest; n'ayant qu'une vitesse de 50 milles anglais par vingt-quatre heures (du 24 au 25, midi); vent léger, qui poussait directement vers les quais de Smyrne les eaux du Guédyze (ancien Hermus), refroidies par la fonte des neiges; ces eaux devaient, en vertu de leur faible densité, former une couche mince à la surface de l'eau de la mer;

4° Rayonnement intense, dû à un ciel d'une sérénité exceptionnelle.

M. **Joseph Vinot**, qui dirige depuis seize années le *Journal du Ciel*, offre aux Membres de l'Association scientifique, ses collègues, un Tableau du système planétaire sur lequel la première personne venue, un enfant même, sachant lire, peut suivre avec des épingles les mouvements des planètes autour du Soleil. Il suffit d'écrire à M. Joseph Vinot, officier de l'Instruction publique, cour de Rohan, à Paris, pour recevoir *franco* ce Tableau intéressant.

L'Association a reçu de M. **A. Aguilar**, Directeur de l'Observatoire de Madrid, les *Observations météorologiques* recueillies dans différents postes de l'Espagne pendant les années 1876, 1877 et 1878.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

30 JANVIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 44.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 5 FÉVRIER, A LA SORBONNE.

M. **Wolf**, astronome à l'Observatoire de Paris : Les satellites de Mars.

LES MIROIRS MAGIQUES. Conférence du 22 janvier, par M. **Bertin**, Directeur des études à l'École Normale supérieure.

Les peuples de l'extrême Orient, les Chinois et les Japonais, ne connaissaient pas autrefois d'autres miroirs que les miroirs métalliques, et même aujourd'hui ils n'en fabriquent pas d'autres. Cet objet de toilette est en bronze, de formes et de grandeurs diverses, mais toujours portatif. L'une des faces est polie et toujours un peu convexe, de sorte que les images sont rapetissées; l'autre face est plane ou légèrement concave et elle est toujours ornée de figures en relief, venues à la fonte, d'un travail plus ou moins parfait. Parmi ces miroirs il en est un très petit nombre qui tirent de leur fabrication une propriété merveilleuse : lorsqu'un rayon de soleil tombe sur la surface polie, s'il est réfléchi contre un écran blanc, il transporte sur cet écran l'image des ornements qui sont sur la face postérieure. Au Japon, d'où nous viennent maintenant ces miroirs, ni le fabricant qui les fait, ni le marchand qui les vend, ne se doutent de leurs propriétés; mais les Chinois les connaissent depuis longtemps et les apprécient; ils les appellent d'un nom qui signifie *miroirs qui se laissent pénétrer par la lumière*. Nous, nous les appelons *miroirs magiques*.

Les miroirs magiques sont extrêmement rares. On n'en trouve que quatre mentionnés dans les *Comptes rendus* de

notre Académie des Sciences. Le premier a été présenté à l'Académie par Arago en 1844; le deuxième et le troisième lui ont été signalés en 1847 par Stanislas Julien et par Person, et le quatrième lui a été présenté en 1853 par Maillard. Il est vrai qu'en 1832 Brewster avait déjà donné une théorie des miroirs magiques; mais cette théorie avait été faite d'après la description d'un miroir de Calcuta, que Brewster n'a jamais eu entre les mains. Enfin, en 1864 et 1865, M. Govi (1) a présenté à l'Académie de Turin deux Notes sur de très belles expériences qu'il avait faites à l'aide de trois miroirs magiques, ce qui porte à sept seulement le nombre de ces miroirs vus en Europe depuis qu'on a pris l'habitude d'y noter les faits scientifiques. Bien peu de personnes donc avaient vu des miroirs magiques lorsque, au mois d'avril 1880, un savant anglais, M. Ayrton, professeur à l'École des Ingénieurs de Yeddo, vint nous montrer plusieurs de ces miroirs qu'il avait rapportés du Japon. Il les expérimenta avec un plein succès dans les ateliers de M. Carpentier, devant une assistance malheureusement peu nombreuse; puis il repartit pour Londres et nous nous retrouvâmes probablement pour longtemps privés des merveilleux miroirs (2).

Sur ces entrefaites, je reçus la visite de M. Dybowski, mon ancien élève, agrégé des Sciences physiques, qui revenait du Japon, où il avait été pendant deux ans professeur à l'Université de Yeddo (3). Il rapportait comme objets de curiosité quatre *miroirs de temple*, c'est-à-dire des miroirs anciens : ils sont bien supérieurs aux miroirs actuels, la fabrication des miroirs du commerce, écrasée sans doute par la concurrence que lui font les glaces d'Europe, étant devenue très défectueuse. Nous les essayâmes ensemble; trois étaient circulaires, et le plus mince d'entre eux, qui est un disque de $0^m,153$ de diamètre, se trouva légèrement magique.

Pour essayer un pareil miroir, il suffit de le présenter au soleil et de recevoir le faisceau réfléchi sur un carton blanc, à une petite distance, 1^m par exemple. Mais, pour obtenir le

---

(1) Les deux Notes de M. Govi sont traduites dans les *Annales de Chimie et de Physique*, cahier de mai 1880.

(2) Le Mémoire de M. Ayrton est traduit dans le même numéro des *Annales*.

(3) Les Japonais ont voulu d'abord avoir des institutions scientifiques à l'instar de celles de l'Europe; malheureusement ils veulent désormais voler de leurs propres ailes et employer comme professeurs les élèves que nous avons formés. La section française de l'Université d'Yeddo, où nous avons envoyé trois élèves de l'École Normale, doit être fermée le 1er juillet; la section allemande l'est déjà; la section anglo-américaine subsistera seule encore pour quelque temps.

maximum d'effet, il faut éclairer le miroir par de la lumière divergente; le faisceau réfléchi est alors dilaté, puisque le miroir est convexe; il peut être reçu à une plus grande distance, et l'on aperçoit alors sur l'écran une image agrandie des ornements qui sont sur le revers du miroir. Les reliefs du dessin apparaissent en blanc sur un fond sombre. Cette image est ici confuse, parce que le miroir est mauvais; elle serait très nette si le miroir était parfait, mais je ne connaissais aucun moyen de l'améliorer. La lumière électrique, la lumière Drummond, un bec de gaz même dans certains cas, peuvent remplacer la lumière solaire.

Ce moyen a été indiqué pour la première fois par M. Govi dans la seconde des deux Notes que j'ai citées plus haut; il est une conséquence de la vraie théorie des miroirs magiques. Cette théorie n'a pas été établie tout d'abord.

Stanislas Julien a trouvé dans un auteur chinois du XIIe siècle de notre ère une explication des effets merveilleux de ces miroirs. L'auteur suppose que le dessin en relief qui est sur le revers est reproduit en creux sur la face polie; on a ensuite coulé dans les tailles de la gravure un bronze plus fin que celui de la masse et on a poli la surface. C'est l'inégalité du pouvoir réfléchissant des deux bronzes qui produit l'effet magique.

La théorie de Brewster n'est pas notablement différente de cette explication chinoise; le coulage du bronze fin est seulement supprimé. C'est le polissage qui, en effaçant la gravure, la rend invisible à la lumière ordinaire, tout en laissant au métal des variations de densité ou de pouvoir réflecteur qui rendent l'image visible aux rayons du soleil. Mais Brewster ne savait pas que la surface était amalgamée.

Cette théorie, fort heureusement, n'était pas connue en France lorsqu'on a commencé à parler des miroirs magiques, sans quoi le grand nom de Brewster aurait peut-être égaré l'opinion. Le premier physicien français qui eut entre les mains un miroir magique, Person, en donna immédiatement la véritable explication. Il s'assura par une expérience directe que la surface polie du miroir n'était pas régulièrement convexe, qu'elle l'était seulement dans les parties correspondant aux creux de la figure du revers, mais qu'elle était plane dans les parties correspondant aux reliefs. « Les rayons réfléchis sur les parties convexes divergent et ne donnent qu'une image affaiblie; au contraire, les rayons réfléchis sur les parties planes gardent leur parallélisme et donnent une image dont l'intensité tranche sur le reste [1]. »

Cette irrégularité de la surface tient à la manière dont les

---

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 21 juin 1847.

miroirs sont fabriqués, et que nous a apprise M. Ayrton. Sorti de la fonte sous la forme d'un disque plan, le miroir, avant d'être poli, est d'abord rayé dans tous les sens avec un outil pointu, et naturellement il lui offre plus de résistance dans les parties épaisses que dans les parties minces. Cette opération le rend d'abord légèrement concave, et c'est par la réaction élastique du métal qu'il devient convexe; la convexité est plus sensible dans les parties minces que dans celles qui correspondent aux reliefs du dessin. Cette irrégularité de la surface n'est pas sensible à la lumière diffuse, tandis qu'elle peut, dans les miroirs minces, produire l'effet magique par la réflexion d'une lumière très vive, comme celle du soleil ou de la lampe oxyhydrique. Il en est de même de tous les miroirs mal travaillés. Une lame de plaqué d'argent donne d'excellentes images, tandis que, si on lui fait réfléchir le soleil, on aperçoit dans la section du faisceau réfléchi tous les coups de marteau qu'elle a reçus quand on l'a planée. C'est un vrai miroir magique; seulement l'image réfléchie est irrégulière, tandis que celle du miroir japonais est régulière comme le dessin du revers.

C'est pour renverser définitivement la théorie de Brewster et appuyer par cela même celle de Person que M. Govi a fait ses expériences. Malgré l'intérêt qu'elles présentent, je ne veux pas les rapporter ici, puisqu'on peut les lire dans les *Annales;* je rappellerai seulement la dernière et la plus curieuse, celle qui consiste à chauffer le miroir par derrière. Les parties minces doivent s'échauffer plus rapidement que celles qui sont en relief; elles deviendront plus convexes, les irrégularités de la surface seront plus accentuées et l'effet magique sera augmenté; il pourra même se produire dans les miroirs qui étaient d'abord inertes.

Lorsque j'eus pris connaissance des deux Notes de M. Govi, je proposai à M. Duboscq de s'associer à moi pour répéter d'abord les expériences du savant italien et pour étudier en général la question si intéressante des miroirs magiques, avec l'espoir de pouvoir les reproduire dans ses ateliers. Tel a été, en effet, le résultat définitif de notre collaboration.

Nous n'avions d'abord à notre disposition que le miroir rapporté du Japon par M. Dybowski, et qui donnait, par la réflexion des rayons solaires, des images confuses. Ces images deviennent très nettes quand on chauffe le miroir par derrière avec un bec de gaz, et le miroir devient tout à fait magique.

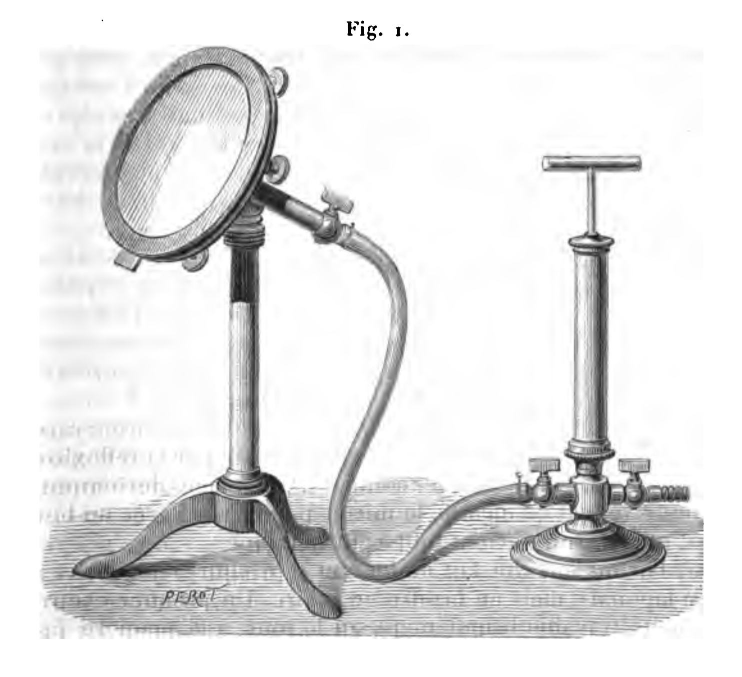
Nous l'avons ensuite fait mouler et reproduire, non pas en bronze japonais, mais en bronze ordinaire. Un premier exemplaire a été travaillé brutalement sur le tour, à la manière japonaise, pour le rendre magique; mais il s'est cassé. Un second a été travaillé doucement dans un bassin, puis la surface polie a été nickelée; mais il n'était pas magique. Seulement il a pris

cette propriété à un très haut degré quand on l'a chauffé, et même il en a gardé des traces depuis qu'il a été chauffé plusieurs fois. Plusieurs miroirs japonais, que nous avons pu nous procurer, nous ont donné des résultats analogues.

On a gravé des lettres derrière de petits miroirs japonais de forme rectangulaire; quand le miroir était chauffé, ces lettres apparaissaient noires dans l'image. Quand on faisait un trait autour des ornements du revers, le miroir chauffé devenait tout à fait magique, parce que le dessin ressortait encadré par le trait noir qui limitait les contours des figures.

Ainsi, l'application de la chaleur est certainement très efficace pour rendre les miroirs magiques; mais elle n'est pas sans inconvénients. D'abord elle détériore les miroirs, qui perdent leur poli, surtout lorsqu'ils sont amalgamés. Ensuite on n'arrive pas toujours à chauffer le miroir partout également et les images sont déformées. Nous avons pensé que le changement de courbure qu'il s'agit de produire s'obtiendrait bien plus uniformément par la pression. M. Duboscq a donc construit une boîte plate en laiton, fermée d'un côté par le miroir métallique et de l'autre par un disque portant à son centre un ajutage qu'on peut relier par un tube en caoutchouc avec une

Fig. 1.



petite pompe à main (*fig.* 1). Cette pompe est à la fois aspirante et foulante. Si le caoutchouc est attaché au robinet de

compression, quelques coups de piston suffisent pour comprimer l'air suffisamment dans la boîte; le miroir devient de plus en plus convexe, le cône de rayons réfléchis s'ouvre de plus en plus, et, dans la partie où il frappe l'écran, l'image du revers apparaît de plus en plus nette. Notre miroir japonais donne alors de très belles images; la copie qui en a été faite, et qui ne donne rien à l'état ordinaire, devient un miroir magique aussi parfait que tous ceux que M. Ayrton nous a montrés. Un miroir en laiton nickelé, derrière lequel sont gravées des figures en creux à côté d'ornements en relief formés par des lames de fer-blanc soudées, devient très magique par la pression et donne en même temps l'image noire des dessins en creux et l'image blanche des dessins en relief.

C'est là ce que j'appellerai l'image *positive*. On peut aussi avoir une image *négative* ou inverse de la précédente en raréfiant l'air dans la boîte à pression, et pour cela il suffit d'attacher le caoutchouc au robinet d'aspiration de la pompe. Le jeu de celle-ci raréfie l'air dans la boîte, le miroir devient concave, la section du faisceau réfléchi devient plus petite, et l'image du revers est amoindrie et change de caractère; les reliefs viennent en noir et les creux en blanc.

Ces expériences exigent une lumière intense. Un bec de gaz est insuffisant; mais la lumière Drummond suffit parfaitement. On l'intercepte avec un écran percé d'un trou pour que le faisceau divergent qui tombe sur le miroir ne soit pas trop dilaté; le miroir, qui est mobile sur son support, renvoie ce faisceau soit au plafond, soit sur un écran. Les effets sont beaucoup plus brillants et plus nets avec le soleil. Quand on présente le miroir au porte-lumière, le faisceau lumineux ne le couvre pas tout entier; il convient de le dilater avec une lentille qui fait converger les rayons solaires en avant du miroir, de sorte que celui-ci reçoit toujours des rayons divergents.

En résumé, en copiant les miroirs japonais, on peut faire maintenant des miroirs dont quelques-uns sont magiques, et on peut les rendre tous magiques par la pression. La boîte à pression, avec un miroir métallique façon japonaise, surtout s'il porte à la fois des ornements en relief et des dessins en creux, constitue un appareil des plus curieux et dont la place est marquée dans tous les cabinets de Physique.

Nous ne nous arrêterons pas là. Un de ces jours, pendant que notre miroir sera rendu magique par la pression, nous voulons faire mouler la surface polie, et nous la ferons reproduire par la galvanoplastie. Cette surface aura toutes les irrégularités de celle du miroir magique et produira dans les rayons réfléchis l'image d'ornements qui n'existeront plus.

La méridienne de France prolongée jusqu'au Sahara; par M. **F. Perrier**, de l'Académie des Sciences. Lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies.

La recherche de la véritable figure et des dimensions de notre globe a excité, à toutes les époques, les préoccupations de l'humanité, en même temps qu'elle a exercé la sagacité des astronomes et des géomètres. C'est un sujet toujours nouveau, dont la solution se modifie et s'éloigne, pour ainsi dire, à mesure que l'homme agrandit le champ de ses investigations scientifiques et que les méthodes d'observation et de calcul deviennent plus précises.

A l'origine, on admet que la Terre est plate, bordée d'eau de toutes parts; avec Pythagore, elle devient ronde et sphérique; avec Newton et les géodésiens français du XVIII[e] siècle, elle s'aplatit et devient ellipsoïdale, et c'est ainsi que nous la considérons encore aujourd'hui en lui attribuant, du moins dans son ensemble, la forme d'un ellipsoïde de révolution autour de son axe polaire; mais nous savons, en outre, que cette forme n'est pas tout à fait géométrique et qu'elle présente, dans certaines régions, des irrégularités plus ou moins étendues, renflements ou dépressions, qui constituent des anomalies locales, analogues aux perturbations qui affectent le mouvement elliptique des planètes.

Dans l'état actuel de nos connaissances, la tâche qui s'impose à la Géodésie moderne consiste à calculer plus exactement l'ellipsoïde de révolution qui représente la Terre de la manière la plus approchée et à rechercher ensuite les écarts de la surface terrestre autour de cet ellipsoïde.

Pour résoudre la première partie de ce double problème, on a mesuré, sur la Terre, des arcs de méridiens et de parallèles, dans les deux hémisphères et à des latitudes différentes; mais, jusqu'à présent, les arcs de méridiens seuls ont pu être utilisés, et parmi eux, au premier rang, l'arc du méridien de Paris, qui a joué un rôle prépondérant dans la création du système métrique et qui rappelle les souvenirs glorieux des Picard, Cassini, La Caille, Delambre et Méchain, Biot et Arago.

C'est cet arc que nous venons de prolonger par-dessus la Méditerranée et à travers l'Algérie jusqu'aux confins du Sahara, par une opération toute récente, qui constitue un épisode original de l'étude de la Terre, en même temps qu'elle consacre le souvenir d'un effort que la Science n'aura pas souvent l'occasion de renouveler, et nous ne faisons que rester fidèle aux traditions de l'Académie des Sciences en exposant dans cette enceinte, devant l'Institut de France, la dernière entreprise scientifique dont la méridienne de France a été le théâtre, et

qui forme le complément naturel des travaux de nos illustres devanciers.

Si l'on jette les yeux sur une Carte géodésique de l'Europe occidentale, et que l'on considère l'immense série de triangles qui couvrent les îles Britanniques, la France, l'Espagne et l'Algérie, on comprend combien il importait de relier entre eux ces grands réseaux pour en faire un tout continu allant de la plus septentrionale des îles Shetland, par 61° de latitude nord, jusqu'au Sahara algérien, par 33°. Il s'agit là, en effet, d'un arc de méridien de 28° d'amplitude, près du tiers de la distance du pôle à l'équateur; le calcul de la longueur de cet arc et la mesure de son amplitude géodésique et astronomique devaient fournir aux géomètres des données précieuses pour la recherche de la figure générale du globe terrestre.

Déjà, en 1861 et 1862, de concert avec des ingénieurs anglais, nous avions relié entre elles, par-dessus le détroit du Pas-de-Calais, les triangulations de la France et de la Grande-Bretagne. Bientôt après, les triangles du réseau espagnol, ramifiés dans toute la péninsule et exécutés avec une précision remarquable, venaient se souder, par-dessus les Pyrénées, avec l'extrémité australe de notre méridienne. De l'autre côté de la mer, l'Algérie, devenue française, était triangulée par nous. Il ne restait donc plus qu'à passer d'Espagne en Algérie, c'est-à-dire à franchir la Méditerranée par de gigantesques triangles, pour compléter la liaison de tous ces travaux et porter l'arc français jusqu'au désert du Sahara, plus tard peut-être jusqu'au cœur même de l'Afrique.

Biot et Arago, à leur retour d'Espagne, où ils venaient de prolonger la méridienne de France depuis Barcelone jusqu'aux îles Baléares, entrevoyaient déjà la possibilité de l'étendre plus loin encore vers le sud, jusqu'aux cimes de l'Atlas algérien, si jamais, disaient-ils, la civilisation s'établissait de nouveau sur ces rives africaines qu'Arago avait trouvées si peu hospitalières.

Ce rêve, bien hardi pourtant, vient d'être réalisé; les deux gouvernements d'Espagne et de France ont tenu à honneur d'entreprendre cette œuvre de concert, et ils ont chargé de l'exécution les officiers espagnols de l'Institut géographique et les officiers français de l'état-major du Dépôt de la Guerre, sous la direction de MM. le général Ibañez et le colonel Perrier.

Il y a longtemps que, de part et d'autre, en Espagne comme en France, on se préparait à cette grande opération, dont le succès exigeait les ressources de tout genre que deux grands corps militaires pouvaient seuls fournir. MM. Ibañez et Laussedat s'en étaient préoccupés à l'origine même des travaux de la triangulation d'Espagne; plus tard, en 1864, le colonel Levret avait montré, par le calcul, que la trajectoire des rayons visuels allant d'Espagne en Algérie n'est pas interceptée par la courbure de

la Terre et que la liaison géodésique des deux pays est possible malgré l'énorme distance qui les sépare. La reconnaissance que j'avais exécutée, sur le terrain même, en 1868, était venue donner à cet égard une certitude complète, en permettant de préciser les noms et les positions des sommets, ainsi que les longueurs des côtés du réseau hispano-algérien.

Au printemps de cette année, pendant que j'étais occupé à choisir les sommets de la chaîne algérienne comprise entre Oran et le Maroc, j'avais vainement cherché à découvrir la côte espagnole. J'espérais cependant que la saison d'automne serait plus propice et que les premières pluies, faisant disparaître les brumes, viendraient rendre à l'atmosphère quelque transparence. Mes prévisions furent justifiées. Le 18 octobre, j'étais en station au Seba-Chioukh, près de l'embouchure de la Tafna; vers 5^h du soir, au moment où je me disposais à quitter la hauteur pour rentrer à Tlemcen, le vent changea presque subitement de direction et j'aperçus alors très distinctement, à l'œil nu, une crête rocheuse qui se profilait dans le lointain, vers le nord-ouest, sous la forme d'une ligne dentelée présentant deux renflements bien caractérisés. Le doute n'était pas possible : c'était bien la côte espagnole qui apparaissait à mes yeux, comme par une évocation magique, et d'une manière si nette, qu'on pouvait distinguer, à la vue simple, les oppositions d'ombre et de lumière sur les massifs montagneux. Séduit par ce spectacle aussi grandiose qu'inattendu, et malgré la fatigue extrême dont j'étais atteint après une rude journée d'observations, je me hâtai de replacer mon cercle en station et de viser les deux sommets principaux ainsi que les pics remarquables de cette crête, dont j'avais déjà dessiné le profil. Quelques jours après, au Filhaoussen, au Nador de Tlemcen, au Zendal et au M'Sabiha, grâce à un concours heureux de circonstances favorables, je pus contempler encore, toujours vers le coucher du Soleil, la même arête dentelée et en viser de même les principales sommités, toujours faciles à reconnaître. Les directions obtenues, je pus calculer les distances et préciser ensuite les sommets d'un polygone de jonction des deux continents d'Europe et d'Afrique.

Ainsi, il était possible de traverser la Méditerranée au moyen de triangles dépassant en longueur tous ceux qui ont été tentés jusqu'ici.

Nous comptions surtout alors sur la puissance des signaux solaires pour franchir des distances de 70 lieues, la distance de Paris à Bruxelles; mais, pour montrer combien il faut se méfier en pareille matière, lorsque l'atmosphère intervient et alors qu'on approche de si près les limites du pouvoir de nos sens et de nos instruments, il nous suffira de dire que les signaux solaires ont complètement échoué; pas un seul n'a été

vu, ni en Espagne ni en Algérie, et nous aurions éprouvé un échec complet et désastreux si nous n'avions préparé, par un excès de prudence, d'autres moyens plus efficaces ou plus opportuns : je veux parler de la lumière électrique et des signaux de nuit.

Mais, pour produire cette lumière avec l'intensité nécessaire, il fallait recourir à des appareils électromagnétiques actionnés par des machines à vapeur, et dès lors la question se compliquait étrangement : il fallait hisser tous ces appareils avec des machines de 6 chevaux de force sur des cimes peu accessibles de 600^{m}, 1100^{m}, 2100^{m} et 3550^{m} d'altitude, créer des routes sur ces montagnes désertes, organiser des relais d'approvisionnement pour l'eau et le charbon, enfin placer et nourrir à chaque station une compagnie de trente à cent hommes et quinze ou vingt chevaux ou bêtes de somme.

D'après une convention arrêtée avec M. le général Ibañez, et dont tous les termes ont été scrupuleusement exécutés de part et d'autre, les deux stations espagnoles que nous avions choisies devaient être occupées par des officiers espagnols, et les deux stations algériennes par des officiers français, opérant chacun de leur côté, d'après un concert parfait, mais aussi dans une complète indépendance. Cependant, le choix des instruments ainsi que tous les travaux préparatoires m'avaient été confiés : ainsi, c'est le cercle azitumal français de Brunner qui a mesuré tous les angles dans les quatre stations; c'est la machine magnéto-électrique de Gramme qui a produit les courants transformés en lumière dans la lampe de M. Serrin; c'est le projecteur du colonel Mangin dont nous avons fait usage pour multiplier et lancer la lumière électrique dans toutes les directions.

Tous ces appareils ont été commandés et exécutés à Paris par nos plus habiles artistes, dont plusieurs portent des noms chers à l'Académie : Breguet, Brunner, Bardou, Sautter et Lemonnier, Weyherr et Richmond. Dès qu'ils nous furent livrés, M. le général Ibañez, le colonel Barraquer et le major Lopez vinrent les étudier avec nous; il s'agissait de devenir maître de ces appareils compliqués et de se rendre compte de leur puissance.

Les résultats de nos expériences photométriques furent décisifs aux yeux de nos collègues espagnols : en supposant une atmosphère douée d'une certaine transparence moyenne, les projecteurs de lumière du colonel Mangin devaient produire, à une distance de 300^{km}, dans l'œil d'un observateur muni d'une bonne lunette, le même effet qu'une lampe Carcel observée à l'œil nu à une distance de 35^{m}. Les signaux devaient être assurément visibles d'une côte à la côte opposée.

Nos stations exceptionnelles ne ressemblaient guère à celles

de la Géodésie ordinaire, que l'on garnit simplement avec un pilier, un instrument portatif et un ou deux aides. Qu'on se figure les quatre cimes que nous avions choisies, Mulhacen et Tetica en Espagne, sur les sierras Nevada et de Baza, Filhaoussen et M'Sabiha en Algérie, entre Oran et la frontière du Maroc, pour former, par-dessus la Méditerranée, notre quadrilatère de jonction. Chaque cime avait son poste militaire, les nôtres avec leurs gardes arabes, car il fallait garantir nos hommes et nos chevaux, marchant isolément jour et nuit pour nous ravitailler, contre les attaques des maraudeurs et des tribus insoumises de la frontière. Depuis bien des mois, nos soldats travaillaient à nos routes; on avait hissé, pièce à pièce, les piliers en pierre de taille, les machines à vapeur, les projecteurs de lumière, les machines Gramme et les instruments, avec les maisons en bois qui devaient les abriter isolément; on avait installé des tentes, des magasins; tout était prêt enfin, malgré d'incroyables difficultés, plus grandes encore en Espagne qu'en Algérie. Mais le temps dont on disposait était étroitement limité; il fallait nous hâter : avant la mi-août, les observations eussent été impraticables sous notre ciel brûlant d'Algérie; après septembre, dès les premiers froids, les neiges nouvelles devaient soudainement chasser du Mulhacen, la montagne la plus élevée de l'Espagne et l'une des plus hautes de l'Europe, les soldats, les guides et les observateurs.

Le 20 août, chacun était à son poste : le colonel Barraquer sur la cime du Mulhacen, le major Lopez à Tetica, le capitaine Bassot au Filhaoussen; j'occupais, avec le capitaine Defforges, la station de M'Sabiha. Le temps était beau, mais les vapeurs qui montaient de la mer ne se laissaient pas traverser par les faisceaux de rayons solaires réfléchis sur nos héliotropes; la nuit, les signaux électriques ne paraissaient pas davantage.

Nous avons tous connu alors, pendant vingt jours, l'anxiété profonde qu'éprouvèrent Biot et Arago, pointant en vain pendant trois mois leurs lunettes sur les réverbères d'Iviça. La confiance illimitée des premiers jours disparaissait peu à peu; seul peut-être, je conservais encore quelque espoir, attendant toujours les premières pluies de l'automne, qui devaient rendre à l'atmosphère la transparence des belles nuits d'hiver.

Enfin, le 9 septembre, après vingt jours d'attente fiévreuse, je distinguais dans ma lunette la lumière électrique de Tetica. Chacun voulut voir ce petit disque lumineux à peine perceptible, et l'on se reprit à espérer.

Mais, le lendemain 10 septembre, nous apercevions à la fois la lumière de Tetica et celle du Mulhacen, éclatantes, visibles à l'œil nu comme deux globes de feu rougeâtres, majestueusement immobiles et dominant la mer, sur laquelle ils semblaient projeter de larges traînées lumineuses. Ce furent alors parmi

nous des transports d'allégresse et d'enthousiasme indicibles; les Arabes criaient au miracle, se prosternaient et invoquaient Allah; les Espagnols, accourus des fermes les plus éloignées, criaient *España! España!* et se pressaient autour de nous pour mieux recevoir ces flots de lumière venus de leur patrie lointaine.

A la même heure et le même jour, nos collègues apercevaient aussi les lumières dirigées vers eux, et nous entrions dans la période si impatiemment attendue des observations définitives.

Le succès paraissait désormais assuré; mais des tempêtes effroyables survinrent qui faillirent, à plusieurs reprises, tout compromettre, une surtout, au Mulhacen. Le 24 septembre, la foudre éclatait dans le camp du colonel Barraquer, blessait un homme et endommageait plusieurs appareils; bientôt après, une épaisse couche de neige couvrait la sierra Nevada : la position était critique; il fallait, à tout prix, éviter d'être bloqué. La tourmente passée, on songea à quitter la montagne; des ordres furent même donnés pour déménager les instruments et les appareils. Mais le soleil reparut bientôt et la tempête fut oubliée.

En Algérie comme en Espagne, rien ne put lasser la patience ni refroidir le zèle des observateurs, scrutant nuit et jour les profondeurs de l'horizon et sans cesse à l'affût d'une éclaircie; le périmètre et les diagonales du quadrilatère hispano-algérien s'illuminaient alors comme par enchantement; c'était un spectacle incomparable de voir fonctionner sur ces montagnes, comme dans un cabinet de Physique, ces merveilleux agents de la Science moderne, la vapeur et l'électricité, transformés en faisceaux de lumière éclatante perçant les ombres de la nuit.

Le 2 octobre enfin, les observations étaient terminées aux quatre sommets de notre quadrilatère, et la jonction géodésique des deux continents était désormais un fait accompli.

Mais, ce premier résultat une fois atteint, notre tâche n'était pas terminée.

Lorsque la jonction avait été décidée, nous avions été frappés, le général Ibañez et moi, de l'intérêt qu'il y aurait à compléter l'opération purement géodésique en reliant entre eux les réseaux astronomiques des deux pays. Nous avions un grand polygone de longitudes ayant pour sommets Paris, Marseille, Alger et Madrid; pourquoi ne tenterions-nous pas de le fermer, en lui faisant passer la mer ainsi qu'à nos triangles ? Il n'y a pas de câble sous-marin entre l'Algérie et l'Espagne, mais nous pourrions peut-être y suppléer par des signaux lumineux que nous avions déjà tout préparés pour nos triangles.

Malgré l'importance extrême de la première opération, nous avons tenu presque autant à la partie astronomique, et nous n'avons pas hésité à prolonger nos travaux de plusieurs semaines, malgré des difficultés dont on se fera une idée en se rappelant les catastrophes atmosphériques qui sont venues

fondre sur l'Espagne pendant les mois d'octobre et de novembre de l'année 1879. C'est, en effet, au milieu de tempêtes continuelles que MM. Merino, astronome espagnol, et l'ingénieur Esteban ont opéré, dans cette province si éprouvée de Murcie, à 2040^{m} d'altitude, tandis que je continuais à occuper la station de M'Sabiha avec le capitaine Defforges, et que le capitaine Bassot occupait celle d'Alger.

Les deux stations de Tetica et de M'Sabiha avaient été converties, du 3 au 18 octobre, en véritables observatoires astronomiques, pourvus d'instruments et d'appareils identiques, tous construits en France, chronographes et pendules de Breguet, cercles méridiens de Brunner, collimateurs optiques du colonel Mangin.

A chaque station, l'heure locale était demandée à l'observation des passages d'étoiles au méridien, et deux fois, dans le courant de chaque soirée favorable, nous échangions des signaux lumineux pour transmettre l'heure d'une station à l'autre. Tetica, par exemple, dirigeait vers M'Sabiha son faisceau lumineux à 7^{h} précises du soir, temps moyen de Tetica. A la même heure, M'Sabiha dirigeait le sien sur Tetica, et les deux faisceaux brillaient sans interruption. A 7^{h}15^{m}, les deux observateurs produisaient des éclipses irrégulières, pour indiquer l'un à l'autre que la soirée était belle et les signaux bien visibles. A 7^{h}30^{m}, Tetica interrompait son faisceau de deux en deux secondes, et pendant une seconde, à l'aide d'un petit appareil électromagnétique dans le courant duquel était interposée une pendule à contact électrique, de manière à produire des éclipses rythmées et instantanées ayant chacune la durée d'une seconde. L'instant de chaque éclipse était enregistré automatiquement sur place, à l'aide du chronographe, en même temps que les secondes de la pendule. J'observais ces éclipses à M'Sabiha, en les enregistrant sur le chronographe comme des passages d'étoiles. Puis nous opérions en sens inverse, après un repos de deux minutes, M'Sabiha envoyant alors les signaux qu'on recevait à Tetica.

MOYEN SIMPLE DE RAMENER A LA VIE LES NOUVEAU-NÉS EN ÉTAT DE MORT APPARENTE; par M. **Goyard**.

Dans une Note publiée en 1872, dans les *Comptes rendus, des séances de l'Académie des Sciences,* M. Gustave Le Bon indiquait, comme moyen certain de ramener à la vie les jeunes animaux asphyxiés, de les plonger dans un bain d'eau chauffée graduellement de 38° à 48°. L'emploi de ce procédé n'avait pas attiré suffisamment l'attention des praticiens. J'ai eu l'occasion d'en faire récemment usage avec un plein succès.

Il s'agissait d'une femme primipare, atteinte d'éclampsie.

L'accouchement nécessita l'emploi du forceps. Lorsque l'enfant put être extrait, *les battements du cœur avaient entièrement cessé*. Avec le concours de MM. les Drs Delarue et Faurie de Boisse, je soumis le nouveau-né, *pendant près de deux heures*, à tous les moyens usités en pareil cas : frictions avec un linge chaud, respiration artificielle, électricité, etc. Aucun signe de vie ne s'étant manifesté et l'enfant étant complètement refroidi, nous le considérions comme un cadavre et allions nous retirer, lorsque le moyen indiqué par M. le Dr Gustave Le Bon me revint à l'esprit. La situation étant désespérée, tout pouvait être essayé. Je fis chauffer de l'eau, que je fis maintenir de 45° à 50°, et j'y plongeai l'enfant jusqu'au cou. A notre extrême étonnement, il ne s'était pas écoulé trente secondes, qu'un premier mouvement inspiratoire, bientôt suivi de plusieurs autres, se manifesta. Au bout de cinq minutes, l'enfant était plein de vie.

Le Dr Gustave Le Bon avait été conduit à expérimenter ce moyen sur des animaux asphyxiés, en considérant que le plus redoutable des accidents consécutifs à l'asphyxie, et celui dont on se préoccupe pourtant le moins, bien qu'il suffise à déterminer la mort même quand l'individu revient momentanément à la vie, est le refroidissement du sang. Je suis plutôt tenté d'attribuer l'action si prodigieusement rapide d'une température élevée à l'excitation des nerfs périphériques de la peau, d'où résulte une influence sur le bulbe et une action réflexe consécutive.

Quoi qu'il en soit, j'ai cru rendre service aux médecins en appelant leur attention sur cette méthode. Les cas de dystocie où l'enfant vient au monde en état de mort apparente et ne peut être ramené à la vie par les méthodes actuelles sont malheureusement fort nombreux : l'occasion de l'appliquer sera par conséquent très fréquente.

Nouvelle méthode de produire des signaux lumineux intermittents; par M. A. Crova.

M. Mercadier a présenté, dans la séance du 13 décembre dernier, une Note dans laquelle il décrit un manipulateur Morse actionnant un courant intermittent d'oxygène destiné à produire des éclats lumineux dans la flamme fuligineuse d'une lampe à pétrole. En 1870 et 1871, nous entreprîmes, Le Verrier et moi, un travail sur un système de télégraphie optique de jour et de nuit, destiné au service des places fortes et des armées en campagne; je construisis, dans ce but, un appareil qui réalisait un système de signaux lumineux *absolument identique* à celui qu'a décrit M. Mercadier, avec cette seule différence que, dans la plupart des cas, nous faisions usage d'une

lampe à huile au lieu d'une lampe à pétrole. J'employai, dans le même but, un bec spécial à pétrole, sans mèche, donnant avec l'oxygène une flamme très puissante.

Le premier essai fut fait en décembre 1870, entre Nîmes et Redessan. Le Verrier, un télégraphiste et moi étions à la station de Nîmes; M. Cochet, directeur du télégraphe à Nîmes, et un télégraphiste étaient à la station de Redessan. Les signaux à l'oxygène étaient visibles, même en plein jour, en faisant simplement usage de la lampe à huile, et permettaient d'échanger une correspondance de jour, par un temps couvert. D'autres essais furent faits sur d'autres points, au moyen du même appareil, et réussirent très bien. L'oxygène était contenu dans des sacs en caoutchouc, et les télégraphistes le préparaient facilement eux-mêmes.

Le travail d'ensemble fut présenté par Le Verrier à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 13 mars 1871. Le Verrier s'était réservé la question des signaux solaires, et je m'étais chargé des signaux de lumières artificielles. A près de dix années d'intervalle, M. Mercadier s'est rencontré avec moi sur ce dernier sujet. Je rappellerai ici deux points essentiels :

En premier lieu, j'avais reconnu la nécessité d'employer l'oxygène sous faible pression et d'ouvrir largement l'orifice du chalumeau au milieu de la flamme de la lampe; dans ce cas, la lumière est très vive et ses dimensions sont très petites; elle peut donc être facilement parallélisée par l'objectif et transmise à très grande distance. Si, au contraire, l'oxygène est sous forte pression et s'échappe par un petit orifice, la lumière s'allonge beaucoup et perd très rapidement son intensité, même à des distances assez faibles.

En second lieu, il est nécessaire d'actionner très brusquement la clef du manipulateur et de l'abandonner de même; il faut donc faire usage d'un ressort puissant : sans cela les signaux *filent,* c'est-à-dire que la lumière de chaque éclat augmente et diminue progressivement, et les signaux tendent à se confondre, après quelques essais, on s'habitue à cette manœuvre, et les signaux sont alors très nettement perçus.

NOUVELLE ÉRUPTION DU MAUNA-LOA (ILES HAWAI OU SANDWICH); par M. **W.-L. Green.**

Le grand volcan des îles Hawaï, le Mauna-Loa, est entré en éruption le 9 novembre dernier, avec une violence dont on a eu rarement des exemples. Un double courant de lave, de 60^{km} à 80^{km} de longueur, est sorti en un point qu'on précisera mieux lorsque l'accès en sera permis, et qui paraît situé entre les cratères de 1855 et de 1860.

Un témoin oculaire décrit le spectacle imposant de l'immense

masse, se mouvant lentement avec une force irrésistible et charriant à sa surface de volumineux quartiers de roches, aussi facilement que l'eau transporte de frêles embarcations. Le front de ce fleuve de pierres incandescentes s'élevait comme une muraille de 4^m à 10^m de hauteur, cédant sans cesse sous la pression qu'il subissait et se déchirant en débris aussitôt recouverts par la masse fluide. Les scories recouvraient complètement la lave, qui n'a été directement visible nulle part.

DONS DEPUIS LE 1er JANVIER 1881.

M. E. Lamy, 100fr; Mme J. Juglar, 100fr.

Membres perpétuels inscrits depuis le 1er avril 1880.

MM. Pennès, Parion, Desormeaux, Appert, l'abbé Boulard, Mme Van Blarenberghe, M. Van Blarenberghe fils, le Dr Sainte-Rose-Suquet, M. Chauviteau, Mlle J. Sablonowska, M. Ménard.

Conformément à l'article 3 des Statuts, le montant de ces dons et de ces souscriptions sera placé en rentes sur l'État pour accroître le capital social.

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES INSCRITS DEPUIS LE 1er JANVIER 1881.

M. Ginoux (S.), à Paris.
M. Gendron, à Paris.
M. Boucher (Ch.), à Paris.
M. Couvreux fils, à Paris.
M. Hartmann, à Paris.
Mme de Baudreuil, à Paris.
Mme Montaret, à Paris.
Mme Van Blarenberghe à Paris.
M. Van Blarenberghe fils, à Paris.
M. Barthélemy, à Paris.
M. Monchanin, à Paris.
M. Clerc (O.), à Paris.
M. Cauvière, à Paris.
M. Dujoncquoy (Ch.), à Paris.
M. Leprince-Ringuet, à Paris.
M. Simon (E.), à Paris.
M. Poussielgue-Rusand, à Paris.
M. Gallois, à Paris.
M. le Dr Lacroix, à Paris.
Mme Alluaud, à Paris.
M. d'Hotcqueville, à Paris.
M. Rigault, à Paris.
M. Berthauld (M.), à Paris.
M. Deville (A.), à Paris.
M. Herlin, à Paris.
Mme Paqueau, à Paris.
M. Saincère, à Paris.
M. Chenon, à Paris.
M. Grosselin (E.), à Paris.
M. Robin, à Paris.
M. Lapierre, à Paris.
M. Garnon, à Paris.
M. Mathieu, à Paris.
M. Tabuteau, lieutt-colonel, à Paris.
M. Salles, à Paris.
M. l'abbé Bernard, à Paris.
M. Auriger, à Paris.
M. Roche, à Paris.
M. Mercier, à Paris.
M. René Vincent, à Paris.
M. Jacob, à Paris.
Mme Guy, à Paris.
M. Schmahl, à Paris.
M. Gernesson, à Paris.
M. Courcelles, à Paris.
M. de Jarnac, à Paris.
M. de Fauvel, à Paris.
M. Rieunier, à Paris.
M. Cugnin, chef de bataillon du génie, à Paris.
M. Jacquier, à Paris.
M. Miron, à Paris.
M. Caron, à Paris.
M. Juglar, à Paris.
M. Desquesnes, à Paris.
M. Labouret, à Paris.
M. Destay, à Paris.
M. Chaubard (A.), à Paris.
M. Grousset (Régis), à Paris.
M. Bocquillon (H.), à Paris.
M. Biart (E.), à Paris.
M. le Dr Lemaréchal, à Paris.
M. Desmarets, à Paris.
M. Marchand, à Paris.
M. Trévelot, à Paris.
M. Holweck, à Paris.
M. Baudry, à Paris.

Le Gérant, E. Gottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

6 FÉVRIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 45.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 12 FÉVRIER, A LA SORBONNE.

M. **Simonin**, ingénieur : L'Afrique occidentale et le chemin de fer transsaharien.

L'Association scientifique, depuis sa fondation, a pris, sous la direction de Le Verrier, une large part au développement des recherches météorologiques en France, et nous croyons être agréable à tous les membres de cette Compagnie savante en plaçant sous leurs yeux l'article suivant, dû à M. **A. Angot**, météorologiste titulaire au Bureau central météorologique.

Les théories en Météorologie.

I.

Quoique nous ne possédions encore que bien peu de connaissances sérieuses en Météorologie, si l'on vient à comparer les travaux que l'on publiait il y a trente ans à peine avec ceux qui paraissent aujourd'hui, on ne peut s'empêcher de constater la grandeur de la transformation qui s'est accomplie. Jadis, la Météorologie consistait exclusivement dans l'observation locale des phénomènes atmosphériques. On avait appris ainsi que dans un pays donné tel vent semble faire monter le baromètre, que tel autre amène le froid ou la pluie. Mais quelquefois, dans une région peu éloignée, ces relations n'existaient plus ou se trouvaient même renversées, et aucune idée générale ne venait relier les faits et rendre compte de ces différences. La Météorologie en était encore à peu près au

point où était parvenue l'Alchimie il y a un peu plus de cent ans, et l'on ne s'étonnait pas outre mesure d'entendre des physiciens éminents, découragés par l'apparence de ce chaos, proscrire les recherches météorologiques et déclarer que le temps qu'on y consacrerait dorénavant serait du temps perdu.

Aujourd'hui, au contraire, bien que l'on n'en soit pas encore à pénétrer dans le mécanisme intime des phénomènes dont l'atmosphère est le siège, la Météorologie a fait, en peu d'années, de rapides progrès; chaque jour les bonnes observations se multiplient et sont conduites avec plus de méthode; chaque jour nos déductions acquièrent plus de généralité et de certitude; déjà des résultats considérables ont été atteints et les météorologistes sont en possession de quelques lois bien démontrées.

Cependant, à côté de ces progrès indéniables, il ne faut pas se dissimuler de nombreuses lacunes, et l'expérience de chaque instant est là pour nous les montrer. Les faits observés avec exactitude et d'une manière complète sont encore trop peu nombreux pour permettre d'établir solidement des théories générales, et la plupart de celles qu'on a proposées jusqu'ici d'une manière un peu hâtive se trouvent tour à tour contredites par les faits. C'est ce que nous allons essayer de montrer en passant en revue l'état de nos connaissances actuelles sur un des sujets les plus importants de la Météorologie : la nature et le mode de propagation des tempêtes.

II.

Les premières idées qui aient été émises, il y a plus de trente ans, sur la nature des mouvements atmosphériques, consistaient à regarder les variations du baromètre comme dues à une sorte de mouvement ondulatoire, analogue à la formation des vagues à la surface de la mer. Le baromètre était le plus haut en un point au moment où passait le sommet de l'onde atmosphérique; il était le plus bas, au contraire, quand le creux de la vague se trouvait au-dessus du poste d'observation. Dans cette théorie, la distribution de la pression aurait été représentée par des *lignes* de pressions maxima et minima indiquant les crêtes et les creux des vagues successives, et Quetelet avait même cru reconnaître, suivant les pays, l'existence de plusieurs systèmes d'ondes, distincts d'ordinaire, mais qui pouvaient quelquefois se contrarier et compliquer les phénomènes. Aucune relation immédiate n'existait, du reste, d'après cette théorie, entre le sens de propagation de ces ondes et le mouvement réel de l'air, indiqué par le vent. Il en était exactement pour l'air comme pour une masse liquide, une rivière par exemple, où l'on voit fréquemment des vagues se propager obliquement par rapport au

courant général, et quelquefois même exactement en sens contraire. La seule relation à peu près constante que l'on avait cru découvrir entre le vent et la pression était que le vent présentait le plus souvent des directions opposées des deux côtés de la crête de l'onde, c'est-à-dire de la ligne de pression maximum. Dans le creux de la vague, au contraire, le vent ne semblait obéir à aucune loi précise.

A côté de cette première théorie régnait, dans la Science, une loi sur la succession dans laquelle se présentent les changements de direction des vents, envisagés en eux-mêmes et indépendamment de tous les autres phénomènes météorologiques. Dove avait cru reconnaître que cette succession se fait dans un ordre constant, et il avait formulé sa loi célèbre que, dans notre hémisphère, *les vents tournent avec le Soleil,* c'est-à-dire qu'ils passent de l'est à l'ouest par le sud. Bien que les exemples de rotations inverses fussent nombreux, cette règle n'en conserva pas moins pendant longtemps une grande autorité, et les mots *tourner avec le Soleil,* en autorisant implicitement à rattacher la cause de ces variations au Soleil lui-même, contribuèrent puissamment à vulgariser la loi de Dove.

C'est encore à la même époque qu'on prit l'habitude d'attribuer les variations brusques de température que nous éprouvons si souvent dans nos climats à la lutte et aux triomphes alternatifs de deux courants ennemis, l'un chaud et l'autre froid, le courant équatorial et le courant polaire : hypothèse d'autant plus commode, qu'on ne s'avisa jamais de définir exactement ce qu'on entendait par ces mots. Aussi le courant polaire et le courant équatorial, que chacun pouvait faire intervenir à sa guise et en comprenant sous le même nom les idées les plus différentes, furent-ils longtemps la suprême ressource des théories innombrables qui vinrent encombrer la Météorologie.

Toutefois, à côté de ces opinions erronées, ou de lois généralisées trop vite en partant d'observations insuffisantes, on acquit bientôt sur quelques faits particuliers des notions exactes, que la suite a bien peu modifiées. Grâce aux travaux de Reid, de Redfield, de Dove, de Piddington, le mouvement tourbillonnaire des cyclones des Antilles et de la mer des Indes fut nettement établi, et l'on reconnut même que les tempêtes d'Europe semblaient présenter des caractères analogues. La généralisation de ces lois et des relations si importantes qui unissent la répartition de la pression barométrique et la marche des vents ne devait venir que plus tard, après que les différents pays de l'Europe eurent installé un réseau de stations météorologiques reliées télégraphiquement, à l'exemple de celles que Le Verrier organisa le premier dans notre pays.

III.

Ce n'est pas ici le lieu de rappeler comment fut réalisée chez nous, en 1863, l'application de la télégraphie à la transmission rapide des observations météorologiques et à la prévision du temps; mais il nous faut insister sur les résultats qu'amena cette application. Les progrès sérieux réalisés en Météorologie datent en effet de l'époque où, grâce au télégraphe, on put être informé rapidement de la marche des tempêtes et suivre jour par jour l'état de l'atmosphère sur une portion notable de la surface terrestre. L'étude attentive des Cartes quotidiennes du temps en Europe conduisit bientôt aux conclusions suivantes.

Si l'on dresse la Carte qui représente la distribution de la pression atmosphérique au moment où une baisse notable du baromètre se déclare dans une ou plusieurs stations, on constate que les pressions minima ne forment pas une ligne, comme cela aurait lieu si les mouvements du baromètre étaient dus au simple passage de vagues aériennes. Elles sont au contraire distribuées autour d'un centre où le baromètre est le plus bas, tandis qu'il s'élève si l'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. Les lignes *isobares* ou d'égale pression, c'est-à-dire celles qui passent par tous les points de la Carte où la pression barométrique est la même à l'instant considéré, figurent grossièrement des cercles ou des ellipses concentriques, ou bien encore des courbes plus compliquées, surtout sur terre, dans les pays accidentés. Un pareil système de lignes forme ce que l'on appelle d'ordinaire une *dépression barométrique*, et chacun sait que c'est à la présence de ces dépressions que sont dues les tempêtes. En étudiant ensuite la manière dont le vent se comporte par rapport à ces dépressions, on reconnaît qu'il y a entre les deux phénomènes les rapports les plus étroits : dans notre hémisphère, le vent souffle des régions sud dans la moitié de la dépression qui est au sud du centre des basses pressions; il souffle des régions nord, au contraire, dans la moitié septentrionale, et des régions est et ouest respectivement dans les parties orientale et occidentale.

Si l'on combine les caractères de ces dépressions, leurs déplacements, dont nous nous occuperons plus tard, et les conditions géographiques de chaque pays, on arrive sans trop de peine à se rendre compte de la cause immédiate de bien des changements de temps. Supposons, en effet, que pendant l'hiver, et après quelques jours de froid, une de ces dépressions passe au nord de la France, se dirigeant vers l'est : nous nous trouverons dans la partie de cette dépression où, d'après ce que nous avons dit plus haut, les vents soufflent du

sud-ouest, c'est-à-dire de l'Océan. Or celui-ci est beaucoup plus chaud en hiver que le continent européen; la bourrasque nous amènera donc une élévation de la température, avec un air humide, et de la pluie. Que la dépression, au contraire, reste dans le sud-ouest de l'Europe, les vents seront chez nous du nord-est, ce qui produira, en hiver, un temps beau et sec, mais froid. En raisonnant d'une manière analogue, on trouverait aisément les caractères du temps que nous amènent les dépressions, suivant leur position, la saison et les conditions antérieures de l'atmosphère.

Les Cartes quotidiennes qui représentent la répartition de pression atmosphérique nous montrent fréquemment aussi un phénomène qui, au premier abord, paraît exactement l'inverse des dépressions : en un point de la Carte, la pression est plus élevée que partout ailleurs, et le baromètre va en baissant à mesure qu'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. La circulation du vent suit, du reste, autour de ce point, une marche inverse de celle que nous avons signalée pour les centres de basses pressions. Toutefois, ces aires de hautes pressions sont généralement plus étendues, les isobares y sont plus espacées et le vent qui en sort est moins violent que celui qui règne autour des dépressions barométriques.

Comme nous l'exposerons plus bas, ces aires de hautes comme de basses pressions se déplacent à la surface de la Terre, amenant tour à tour sur leur passage les beaux et les mauvais temps, les vents, les variations de température. Elles présentent donc à l'étude un intérêt tout particulier; aussi ne doit-on pas s'étonner que l'on ait cherché à aborder ce sujet par la théorie. Sans doute, la question est assez importante pour qu'il soit hautement désirable de la voir résolue définitivement par le calcul; mais là, comme partout en Météorologie, la théorie est venue trop vite, et il aurait peut-être fallu attendre au moins que l'on sût au juste quelle est l'origine de ces aires de basses ou de hautes pressions. Or, même à l'heure présente, on en est réduit sur ce point capital à l'ignorance la plus complète : aucune étude détaillée n'est venue nous apprendre à la suite de quelles circonstances les dépressions prennent naissance; nous les suivons une fois formées, nous assistons à leurs progrès et à leur déclin, mais nous ne savons rien sur leur origine. Aussi ne doit-on pas s'étonner que les théories conduisent sur ce point aux résultats les plus opposés : les unes font de la dépression le centre d'un mouvement descendant; les autres conduisent à admettre, au contraire, un mouvement ascendant; pour une troisième, le mouvement descendant dans les régions supérieures de l'atmosphère est ascendant près du sol; une quatrième veut que le mouvement commence par être descendant pour devenir ascendant ensuite;

enfin il arrive que l'on ne s'entend plus même sur les mots et que l'on confond le sens réel du mouvement de l'air avec le sens dans lequel s'effectue la propagation de ce mouvement. Ces divergences n'ont rien qui doive étonner outre mesure; on commence en effet par supposer certaines conditions, sur lesquelles la théorie s'appuie ensuite; les conclusions sont déduites rigoureusement des principes admis à l'origine; mais que valent exactement ces principes, et répondent-ils ou non à des conditions réelles? C'est à l'observation seule à prononcer, et celui qui, ayant en sa possession assez de documents, pourra faire l'histoire exacte de la naissance d'une dépression, aura rendu plus de services à la Météorologie que toutes les théories proposées jusqu'ici. Dans l'état actuel, voici à peu près le bilan de nos connaissances sur la question.

L'air tourne, comme nous l'avons dit, autour des centres de hautes pressions, et de gauche à droite, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre, pour l'hémisphère nord (ce serait l'opposé pour l'hémisphère sud). Mais ce mouvement est loin d'être absolument un mouvement circulaire; le vent n'est pas parallèle aux isobares : il les coupe franchement, et quelquefois même à angle droit. L'observation nous amène donc à cette conclusion indiscutable que *l'air sort des centres de hautes pressions*. Or de pareils centres subsistent parfois des semaines entières, même des mois, et l'air qui s'en écoule ne peut venir que d'en haut. L'expérience nous conduit donc forcément à cette conclusion qu'une aire de hautes pressions est un point où l'air descend vers la surface du sol.

Inversement, le mouvement de l'air qui s'effectue autour des dépressions en sens inverse des aiguilles d'une montre (dans notre hémisphère) a une composante bien marquée vers ce centre, au moins dans la plupart des cas : le vent coupe les isobares en se dirigeant vers les basses pressions. Or la permanence de ces dépressions, malgré l'afflux d'air qui se produit constamment vers elles, n'est compatible qu'avec l'existence d'un courant ascendant au moins dans les régions inférieures de l'atmosphère. Tels sont les résultat bruts et par suite indiscutables de l'observation.

Que deviennent maintenant ces mouvements dans les régions supérieures de l'atmosphère? La réponse est malaisée. On a déjà tant de peine à démêler exactement ce qui se passe à la surface du sol, où cependant l'on observe dans des centaines de stations, qu'il ne faut pas s'étonner si l'on ignore encore ce qui se passe au-dessus de nos têtes, où les observateurs sont rares. Toutefois, la discussion des observations américaines vient de conduire M. E. Loomis à des résultats fort importants. Aux États-Unis, l'expérience de plusieurs années semble montrer que la loi des mouvements de l'air est la même à 1800^m

qu'en bas : l'air se dirige encore, par exemple, vers les centres des basses pressions, et la composante centripète serait même plus nette qu'à la surface du sol. De plus, les mouvements de l'air à 1800^m d'altitude seraient en retard de plusieurs heures sur ceux que l'on observe dans les couches inférieures de l'atmosphère. Il ne faudrait pas, toutefois, se hâter de généraliser et d'appliquer prématurément à d'autres pays ces conclusions, qui n'ont été vérifiées qu'en Amérique et sont peut-être dues en partie à des conditions géographiques spéciales. Il y a là un problème dont la solution dépend de la création d'un nombre suffisant d'observatoires élevés.

IV.

Nous venons d'esquisser l'état actuel de nos connaissances sur la constitution des aires de hautes et de basses pressions. La question est importante sans doute, mais moins peut-être que celle qui nous reste à traiter : les déplacements de ces centres à la surface du globe. C'est en effet la connaissance des lois de ces déplacements qui forme la base de la prévision rationnelle du temps.

Les observations régulières que l'on possède ne permettent, jusqu'à ce jour, de suivre les mouvements de l'atmosphère que sur une région restreinte, comprenant les États-Unis d'Amérique, l'Atlantique nord et l'Europe; encore cette étude n'est-elle guère possible si l'on remonte au delà des cinq dernières années, et les documents pour l'Atlantique sont-ils fréquemment, même aujourd'hui, d'une insuffisance notoire. Aussi ne doit-on pas s'étonner que nos connaissances sur les grands mouvements de l'atmosphère soient encore peu étendues.

Si l'on entre dans le détail des phénomènes, on trouve que rien n'est plus irrégulier que les routes suivies, à la surface du globe, par les centres des basses pressions; toutefois, à ne considérer que l'ensemble et en se tenant aux régions que nous avons énumérées plus haut, le mouvement des dépressions s'effectue d'une manière générale de l'ouest vers l'est, en inclinant plus ou moins vers le nord ou le sud. Les mouvements absolument contraires, de l'est vers l'ouest, bien qu'ils aient été observés, sont extrêmement rares. Quant aux centres de hautes pressions, nous n'en parlerons pas ici, car nos connaissances à leur sujet sont encore beaucoup plus vagues. Leurs déplacements sont extrêmement irréguliers et ne semblent pas s'effectuer chez nous dans la direction ouest-est; quelquefois même ils restent stationnaires, ou à peu près, pendant de longues périodes de temps. Aussi est-on souvent porté à les considérer comme un phénomène à part. Il ne faudrait pas cependant généraliser trop vite d'après ce qui se passe en Europe, car, aux États-Unis, les aires de hautes

pressions ont le plus souvent les mêmes allures que les dépressions; leur étendue géographique est de même ordre, et leurs déplacements se font avec la même vitesse et dans le même sens.

Comme nous l'avons dit plus haut, le mouvement des centres de basses pressions est dirigé en général, sous nos latitudes, de l'ouest vers l'est. Or les travaux de Maury et de M. Brault, basés sur les observations que l'on a pu recueillir en mer, ont montré d'une manière frappante que les vents les plus fréquents sont, aux latitudes moyennes, dirigés aussi précisément de l'ouest vers l'est. Cette coïncidence a été le point de départ d'une théorie très séduisante et qui est encore aujourd'hui très répandue, bien qu'elle ne paraisse plus rendre compte de tous les faits connus.

Dans cette théorie, les aires de hautes pressions formeraient comme des plateaux plus ou moins élevés, séparés par des courants aériens, sortes de fleuves charriant les dépressions, comme nos cours d'eau portent des tourbillons qui se déplacent au fil du courant. Le mouvement tourbillonnaire qui constitue les dépressions prendrait naissance par le frottement du courant contre sa berge, représentée ici par la limite des hautes pressions. Dans la portion du tourbillon qui tourne dans le sens du courant, les vitesses du tourbillon et du courant s'ajouteraient, tandis qu'elles se retrancheraient dans la portion opposée, ce qui correspondrait au demi-cercle maniable et au demi-cercle dangereux signalés dans les cyclones des Antilles. Enfin les longues périodes de beau et de mauvais temps, de chaleur ou de froid, trouveraient également dans cette théorie une explication aisée : il suffirait d'admettre que le lit des grands courants aériens vînt à se déplacer de temps à autre sous l'influence de causes quelconques dont quelques-unes pourraient même être extérieures à la Terre.

Telle est à peu près la meilleure théorie que l'on ait proposée jusqu'ici pour rendre compte des mouvements généraux de l'atmosphère, et, comme elle paraît assez bien, au premier abord, s'accorder avec les faits généralement connus, on s'explique facilement la faveur avec laquelle elle a été accueillie par le public et un grand nombre de météorologistes. Il n'est plus permis, toutefois, de se dissimuler que cette théorie est maintenant en contradiction avec des faits établis d'une manière certaine.

Nous avons indiqué plus haut que la rotation du vent autour des dépressions s'effectue constamment, dans nos latitudes, en sens inverse des aiguilles d'une montre; or, si les dépressions pouvaient être assimilées à des tourbillons nés du frottement d'un courant contre les berges, on comprendrait malaisément pourquoi les bourrasques ne présenteraient pas indifféremment

les deux rotations contraires, selon qu'elles auraient pris naissance contre l'une ou l'autre rive. A vrai dire pourtant, cette objection ne porte réellement que sur le mode de formation des bourrasques et non pas sur le reste de la théorie; mais il n'en est plus de même pour les considérations suivantes.

Une des conséquences de la théorie des courants est que dans la moitié des bourrasques, où le mouvement tourbillonnaire et le mouvement général du courant sont de même sens (la partie méridionale pour nos parages), la vitesse du vent doit être plus grande que dans la moitié opposée. Or ce fait, qui a été surtout constaté dans quelques cyclones des régions tropicales, est loin d'être général pour les bourrasques des latitudes moyennes. Dans la plupart des cas, la violence du vent est la même au nord et au sud du centre, et M. E. Loomis a même constaté en particulier qu'aux États-Unis, quand le vent n'est violent que d'un seul côté du centre, c'est précisément au nord, c'est-à-dire du côté où, d'après la théorie, il devrait être le plus faible. Le savant météorologiste américain signale ce fait comme étant absolument incompatible, suivant lui, avec la théorie des courants aériens.

Une autre objection non moins forte peut être tirée des changements perpétuels de vitesse et même de direction que l'on constate dans les mouvements des bourrasques. Telle dépression, venue rapidement du large, s'arrête subitement, reste stationnaire un jour ou deux, puis reprend tout d'un coup sa marche; quelquefois encore elle revient en partie sur ses pas. Il arrive même que des bourrasques se propagent absolument en sens inverse du mouvement général de l'atmosphère. Ce fait n'est pas rare dans la Méditerranée et se produit fréquemment aussi, dans certaines saisons, sur l'Atlantique, au sud-ouest de l'Espagne; on y voit des dépressions remonter vers le nord-est, contre les alizés, un des courants aériens les plus nets que l'on puisse citer.

Contrairement à la même théorie, l'expérience montre qu'il n'existe aucune relation entre la vitesse du vent autour d'une dépression et la vitesse de déplacement du centre même de la dépression. Aux États-Unis, par exemple, la vitesse moyenne du déplacement est beaucoup plus grande qu'en Europe (42^{km} à l'heure au lieu de 25^{km}); cependant la vitesse moyenne du vent autour des dépressions y est plus faible d'un quart environ que celle que l'on relève de ce côté-ci de l'Atlantique. Cette vitesse moyenne dépasse en effet 18^{km} sur nos côtes, tandis qu'elle atteint à peine 14^{km} en Amérique. Enfin, on observe assez souvent encore des bourrasques qui se déplacent à raison de plus de 70^{km} à l'heure; une même a franchi 125^{km} dans le même temps : or en aucun point de la bourrasque la vitesse du vent n'a atteint ce chiffre, bien que, d'après la

théorie, la vitesse du vent dans le demi-cercle dangereux doive être toujours supérieure à la vitesse du mouvement de translation.

V.

Il existe actuellement dans tous les pays un Service météorologique, chargé, entre autres travaux, de la prévision quotidienne du temps. Dans l'état actuel de nos connaissances, en partie à cause du peu de documents certains que nous possédons, en partie à cause d'une situation géographique défavorable, cette prévision rationnelle du temps, basée sur l'observation seule, ne peut être faite à longue échéance pour les pays occidentaux de l'Europe. On est parvenu à ce que les chances de réussite atteignent une proportion de 75 à 80 pour 100; mais il faut se borner à annoncer le temps vingt-quatre heures à l'avance; c'est à peine si, dans les circonstances les plus favorables, la prévision peut embrasser deux jours.

Dans ces dernières années, on a cherché à sortir de ces limites, et les journaux insèrent presque chaque semaine des annonces de tempêtes faites quatre ou cinq jours à l'avance. Comme on le sait, ces annonces émanent, non d'un service météorologique régulier, mais des bureaux du *New-York Herald*, l'un des journaux les plus puissants d'Amérique et le plus audacieux, à coup sûr, dans la recherche de la nouveauté. C'est le même journal qui, pour se procurer de véritables nouvelles, envoya un jour un de ses reporters, Stanley, retrouver Livingstone au centre de l'Afrique, et, après la réussite de cette première mission, lui en confia une seconde, qui eut le même succès : celle de traverser dans toute sa largeur le noir continent. C'est encore le même journal qui aujourd'hui, reprenant à lui seul une tentative dans laquelle ont échoué les plus grandes puissances, arme un navire et le lance à la découverte du pôle Nord. Avec de tels antécédents, le *New-York Herald* a conquis assurément le droit que toutes les nouvelles tentatives qu'il fera dans l'ordre des sciences soient examinées avec soin et sans parti pris, et, quelle que soit l'opinion que les météorologistes puissent avoir sur l'exactitude et l'utilité des annonces du journal américain, ils doivent leur accorder les honneurs d'une discussion sérieuse.

Le principe des annonces du temps expédiées de New-York paraît bien simple : au moment où une bourrasque quitte les côtes d'Amérique, se dirigeant vers l'Europe, on détermine, au moyen des Cartes simultanées faites trois fois par jour par le Service météorologique officiel des États-Unis, la direction que prend le centre de la bourrasque et sa vitesse moyenne; on en déduit l'endroit où elle abordera les côtes d'Europe et l'époque probable de son arrivée. Ces premières indications

sont modifiées, s'il y a lieu, au moyen de renseignements venus de Terre-Neuve et même d'Europe.

En général, le public semble accueillir favorablement les avertissements du *New-York Herald*. Cette confiance repose en partie sur le succès incontesté de quelques prévisions, en partie aussi sur un certain fond de crédulité, sur lequel peuvent toujours compter d'avance les prophètes, quels qu'ils soient, pourvu qu'ils se présentent avec résolution et ne paraissent pas un seul instant douter d'eux-mêmes.

Il faut, du reste, remarquer que la vérification sérieuse de ces prévisions est absolument impossible pour la masse du public; on ne peut facilement constater que les insuccès évidents, noter par exemple les jours où une bourrasque annoncée ne répond pas à l'appel. Mais, s'il en arrive une à un ou deux jours près du moment indiqué, cela ne peut pas encore être considéré comme une vérification rigoureuse; il faut encore prouver, en effet, que cette bourrasque est bien celle qui a été annoncée, et non une autre, passée inaperçue, et dont l'arrivée aurait coïncidé fortuitement avec l'époque prévue. Cette coïncidence fortuite est d'autant moins impossible, que, dans certains moments, les bourrasques se succèdent à moins de vingt-quatre heures d'intervalle.

Le seul moyen de résoudre la question est de prolonger les Cartes météorologiques sur l'Océan, au moyen des observations des navires, et de suivre pas à pas la marche et le développement des bourrasques. Ce travail a été fait séparément par M. E. Loomis, dont nous avons déjà souvent cité le nom, et par M. N. Hoffmeyer, directeur de l'Institut météorologique central du Danemark, à qui l'on doit justement la construction d'une belle série de Cartes synoptiques quotidiennes entre l'Amérique et l'Europe. Les deux savants sont parvenus à des conclusions presque identiques.

D'après M. Loomis, 50 dépressions environ arrivent chaque année des États-Unis sur l'Atlantique, se dirigeant vers l'est. De ce nombre, 18 seulement aborderaient les côtes d'Europe, mais presque toutes passent bien au nord de l'Écosse; elles coupent en moyenne le méridien de Paris à la latitude de l'Islande. En résumé, quand un centre de basses pressions quitte les côtes des États-Unis, la probabilité qu'il parviendra directement sur un point quelconque des îles Britanniques est seulement de $\frac{1}{9}$; celle qu'il donnera naissance à un coup de vent près des côtes anglaises est de $\frac{1}{6}$; enfin la probabilité qu'il produira un vent *bon frais* dans la même région est de $\frac{1}{2}$. Pour la France, il faudrait, bien entendu, diminuer encore tous ces nombres.

Le travail de M. Hoffmeyer est beaucoup plus étendu, et l'auteur examine à un point de vue plus élevé la question

générale du mouvement des bourrasques sur l'Atlantique; mais les conclusions ne diffèrent pas beaucoup, dans l'ensemble, de celles de M. Loomis. M. Hoffmeyer a considéré plus spécialement une période de vingt et un mois, où les observations recueillies en mer ont été particulièrement nombreuses. Pendant cette période, il a pu suivre la marche de 285 dépressions barométriques et a trouvé qu'au point de vue de leur origine elles se répartissaient de la manière suivante :

44 pour 100 ont traversé d'abord les États-Unis ou le Canada.

8 pour 100 arrivent par la baie de Baffin et le détroit de Davis; elles proviennent donc des régions arctiques.

9 pour 100 se montrent pour la première fois sur mer, entre l'Amérique et les Açores, et viennent probablement des régions tropicales de l'Atlantique.

37 pour 100 se forment en plein Océan par la segmentation de dépressions déjà existantes.

2 pour 100 seulement, enfin, semblent s'être produites spontanément en mer, sans toutefois que cette origine puisse encore être considérée comme indiscutable.

Ces chiffres sont loin d'être favorables aux annonces du temps qui peuvent nous être faites d'Amérique. En effet, de toutes les bourrasques énumérées plus haut, la moitié seulement font sentir leurs effets jusqu'en Europe; le reste meurt en route ou disparaît, par le nord de l'Islande, dans les régions arctiques.

Parmi les dépressions qui parviennent sur nos côtes, la moitié encore, comme on le voit par les chiffres qui précèdent, sont nées en mer, soit spontanément, soit par la segmentation de bourrasques qui existaient antérieurement; elles ne se sont donc pas fait sentir en Amérique. On voit ainsi que non seulement on ne peut nous annoncer d'Amérique que la moitié des tempêtes qui fondent sur nos côtes, mais que, de plus, la moitié des annonces ne seront pas vérifiées.

Ainsi se trouvent justifiées, au moins en plus grande partie, les conclusions suivantes que pose M. Hoffmeyer : « que l'itinéraire des perturbations en Amérique et le caractère qu'elles y possèdent ne sauraient fournir matière à des conclusions sérieuses relativement à leur itinéraire sur l'Atlantique et le caractère qu'elles y présentent, et enfin que, même en rapprochant les observations américaines de celles qui se font actuellement en Europe, on ne peut acquérir aucune notion solide sur ce qui a lieu ou se passera sur l'océan Atlantique ».

Il semble donc résulter de toute cette discussion que le seul moyen un peu sûr d'arriver pour le moment à prévoir plusieurs jours à l'avance les changements de temps dans nos pays serait de développer le réseau des stations télégra-

phiques, qui a déjà rendu possibles les prévisions pour vingt-quatre heures. Bien que la présence de l'Océan semble s'opposer à cette extension, ce n'est peut-être pas un obstacle absolument insurmontable. Dans peu d'années, sans doute, un câble réunira les Açores à l'Europe, et cette station avancée, à 1800^{km} au large du Portugal, rendra déjà les plus grands services à la Météorologie. Des communications rapides avec l'Islande et le Groenland seraient plus utiles encore; mais l'intérêt commercial qu'offrent ces régions est trop minime pour qu'on songe de longtemps à les relier électriquement à l'Europe. Nous croyons en tout cas, avec beaucoup de météorologistes, que c'est dans le développement des moyens rapides d'information que la prévision du temps trouvera, pour le moment, ses plus grands éléments de progrès.

VI.

On voit, d'après ce qui précède, que la plupart des théories générales proposées jusqu'à ce jour en Météorologie sont encore bien précaires et supportent mal une confrontation attentive avec les données de l'expérience.

Doit-on dès maintenant les répudier résolument, ou faut-il les conserver comme un bâton destiné à nous guider dans nos tâtonnements et que l'on rejettera ensuite quand on verra poindre la lumière? C'est à peu près la seule question qui reste en litige, car il est bien peu de météorologistes, même parmi ceux qui étaient autrefois les plus chauds partisans des théories, qui puissent s'en dissimuler aujourd'hui l'insuffisance. Mais on fait remarquer que souvent une théorie même inexacte n'est pas absolument incapable pour cela de rendre quelques services : en créant artificiellement un lien entre les phénomènes, elle pourrait peut-être conduire à de nouvelles découvertes. La même question a été posée maintes fois et suscitera probablement encore bien des discussions dans les divers ordres des sciences. Toutefois, il semble qu'en Météorologie, au moins dans les conditions actuelles, une théorie inexacte offre des dangers particulièrement redoutables et bien supérieurs aux avantages incertains qu'on en pourrait espérer.

Les travaux de Météorologie générale reposent essentiellement, en effet, sur des Cartes dont l'établissement ne pourra d'ici bien longtemps encore être fait d'une manière absolument certaine. Pour représenter avec les détails suffisants l'état de l'atmosphère sur un pays comme la France, on peut estimer qu'il faut environ une soixantaine de stations. Réduisons si l'on veut ce nombre au quart, même au dixième pour les pays plats et les mers. On voit que c'est par milliers que devraient être répandues les stations sur les continents, par centaines qu'il faudrait compter les navires qui observent à

un instant donné sur la surface des mers. Or, sur les continents, même à nos portes, les lacunes sont souvent énormes; quant aux mers, on peut dire que les observations y font à peu près entièrement défaut. Dans les journées les plus favorables, celles où les documents recueillis sont exceptionnellement nombreux, on n'arrive même pas à trouver sur l'Atlantique, au nord de l'équateur, vingt navires qui observent en des points convenablement distribués, et encore leurs observations sont-elles souvent douteuses.

On conçoit aisément que dans ces conditions les Cartes quotidiennes du temps, documents sur lesquels seront étayés tous les travaux ultérieurs, ne puissent pas être tracées sans qu'une interprétation arbitraire intervienne fréquemment pour combler les lacunes. Or, c'est dans la construction de ces Cartes qu'une théorie préconçue exercerait une influence funeste. On se laisserait aller aisément et d'une manière inconsciente à combler les lacunes et à interpréter les cas douteux dans le sens de la théorie, et celle-ci, prenant plus d'autorité à mesure que les Cartes sembleraient la justifier davantage, contribuerait non seulement à répandre l'erreur, mais rendrait même impossible la recherche de la vérité. Il n'y aurait qu'à rejeter simplement les documents amassés de la sorte et à passer l'éponge sur le travail de longues années.

La tâche qui s'impose donc avant tout aujourd'hui aux météorologistes désireux de faire progresser la Science est de réunir des documents dont la valeur soit discutée sérieusement et indépendamment de toute idée théorique. Il y a dans cette voie un travail énorme à faire et sans lequel on ne peut espérer aucun progrès certain, travail peu brillant sans doute, mais qui doit précéder toute théorie viable. Le développement de la Météorologie est soumis aux mêmes lois que celles qui régissent les autres sciences, l'Astronomie par exemple, et l'on ne doit pas oublier qu'il a fallu des siècles d'observations patientes avant que les mouvements des corps célestes aient pu être ramenés à des lois simples et contenus tout entiers dans la formule de la gravitation universelle.

Production de signaux intermittents a l'aide de la lumière électrique. Note de M. **E. Mercadier** (1).

Dans une précédente Communication (voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 982), j'ai indiqué une méthode générale, pratique et économique de produire des signaux intermittents à l'aide de sources lumineuses intenses.

J'ai donné un exemple de réalisation de cette méthode re-

(1) *Voir* le *Bulletin*, nos 42 et 44.

latif à l'emploi d'une lampe à pétrole alimentée par l'oxygène (1).

Je me propose aujourd'hui d'indiquer sommairement un autre exemple, relatif à l'emploi économique de la lumière électrique, produite à la manière ordinaire à l'aide de deux crayons de charbon entre lesquels jaillit un arc.

Si l'on veut faire ainsi des signaux intermittents de durée variable, comme ceux qu'on emploie en Télégraphie optique dans le système Morse, *en ne fermant le circuit de la pile que lorsque cela est nécessaire*, il faut produire successivement les opérations mécaniques suivantes : 1° mettre les charbons au contact pour faire passer le courant ; 2° les relever immédiatement et les placer, pendant un temps convenable, à une distance permettant à l'arc électrique de se produire et de se maintenir ; 3° briser l'arc au bout de ce temps et remettre les organes mécaniques en état de recommencer les mêmes opérations quand on le voudra. Il faut d'ailleurs que ces opérations s'exécutent indépendamment de l'usure des charbons.

Voici un moyen de réaliser ces effets :

L'un des charbons est horizontal, et il est animé d'un mouvement particulier que j'indiquerai plus loin. L'autre charbon est vertical et dans le même plan que le premier ; il est en communication permanente avec l'un des pôles de la pile à l'aide d'un boudin flexible de fil conducteur ; il est à la fois guidé et serré par les bras d'une pince élastique qui a à peu près la forme de la lettre grecque Ω, dont les deux traits horizontaux seraient inclinés à 45° environ. La pince est fixée à l'extrémité d'un levier horizontal dont l'autre extrémité porte une tige verticale terminée par un galet.

Ce galet roule sur la circonférence d'un disque portant une came dont le profil se compose : d'un plan incliné P, dont le premier élément est tangent à la circonférence et s'élève ensuite rapidement à 45° environ ; puis d'une arête vive A ; d'un plan P' passant par le centre et très court, d'où résulte une chute *brusque* du galet ; puis d'un cylindre C parallèle au disque, sur lequel le galet peut rester pendant un temps déterminé si le disque est mû par un appareil d'horlogerie, pendant le temps

---

(1) M. A. Crova, dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. XCI, p. 1061, a réclamé la priorité de l'emploi d'une lampe à huile alimentée par l'oxygène d'une manière intermittente. Sa réclamation est fondée sur une indication de ses expériences, donnée dans une courte Note présentée à l'Académie par M. Dumas, au nom de Le Verrier, le 13 mars 1871. Cette Note m'ayant échappé, et les expériences et appareils de M. Crova n'ayant d'ailleurs jamais été publiés ni décrits, je ne les connaissais pas lorsqu'en 1872 j'ai commencé à m'occuper de cette question, et qu'en 1876 j'ai commencé à faire construire par M. Duboscq mes appareils, dont je n'ai pas voulu publier même le principe avant de les avoir soumis à des essais pratiques.

qu'on voudra si le disque est mû à la main; puis, enfin, d'un autre plan P″ passant par le centre et aboutissant au disque.

On comprend alors que l'extrémité du charbon vertical suit *en sens inverse* les mouvements du galet : quand celui-ci monte sur le plan P, la pointe du charbon s'approche du charbon horizontal; quand le galet arrive sur l'arête A, le contact des deux charbons a lieu. L'arc se forme pendant la chute du galet le long du plan P′, chute dont la hauteur est d'environ $0^m,002$; il dure pendant tout le temps que le galet est maintenu sur le cylindre C, temps pendant lequel la distance du galet au centre ne change pas et la longueur de l'arc ne change que par suite de l'usure des charbons. Enfin l'arc est brisé quand s'opère la seconde chute du galet le long du plan P″. A ce moment, les choses sont ramenées en l'état primitif.

Pour remédier à l'usure des charbons, deux butoirs taillés en biseau sont disposés au-dessous des deux branches inclinées de la pince qui serre le charbon supérieur et placés de manière que, lorsque le galet arrive sur l'arête A, ils écartent assez les branches de la pince pour que le charbon vertical, *lâché* par elles, tombe sur le charbon horizontal et établisse le contact; puis, quand le galet commence sa chute le long du plan P′, la pince ressaisit *immédiatement* le charbon et le relève pour que l'arc se forme. De cette manière, quelle que soit l'usure du charbon vertical, on est certain que le contact sera établi : rien n'empêche de donner à ce charbon $0^m,50$ ou plus de longueur.

Quant au charbon horizontal, il est fixé à une tige métallique guidée et terminée par une crémaillère; une dent fixée sur l'axe du disque s'engage dans la crémaillère après chaque signal et la fait avancer d'une petite quantité. On change ainsi le contact des deux charbons après chaque signal, et le charbon horizontal est usé peu à peu suivant l'une de ses génératrices.

Si l'on veut reproduire le même signal constamment à des intervalles de temps périodiques, comme cela semble convenable pour les phares, on place sur le disque une ou plusieurs cames qui ne diffèrent que par la longueur du cylindre C, afin de produire des éclats lumineux plus ou moins longs (comme les points et les traits de l'alphabet Morse); on fait d'ailleurs mouvoir le disque transmetteur par un appareil d'horlogerie, qui peut être assez grossier.

Si l'on veut faire des signaux quelconques, une came suffit. On fait tourner le disque à la main, en laissant plus ou moins longtemps le galet sur le cylindre C. On peut d'ailleurs transformer ce mouvement en un autre alternatif, analogue à celui du manipulateur de l'appareil Morse.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

1[redacted]VRIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 46.

SOIRÉES SC[redacted]TÉRAIRES DE L'ASSOCIATION

A LA SO[redacted]E.

SÉANCE DU SAMEDI [redacted]ÉVRIER.

[redacted]**Gebhart**, professeur à la F[redacted]té des Lettres de Paris : Le [redacted] et la mort de Savonaro[redacted]

CONFÉRENCES S[redacted] SUR LA PHO[redacted]APHIE; par M. **Davanne**.

Les progrès cons[redacted]sés par la Photographie, les procédés nouveaux permettant de multiplier économiquement les épreuves et d'obtenir des images durables, ont amené de nombreuses applications dans les sciences, dans les arts, dans l'industrie et dans l'enseignement. Ces applications s'étendront de plus en plus à mesure que les divers progrès seront mieux connus et mieux étudiés; mais les moyens de vulgarisation nécessaires pour arriver à ce résultat étaient insuffisants.

Il était regrettable qu'il n'y eût pas en France, ainsi que cela existe en Belgique depuis plus de dix ans, un centre où toute personne ayant intérêt à connaître et à suivre l'ensemble des méthodes photographiques pût acquérir facilement les connaissances nécessaires.

Le Conseil de l'Association scientifique de France, présidé par M. Milne Edwards, et le Président de la Société française de Photographie, M. Peligot, ont pensé qu'il y avait lieu de combler cette lacune en instituant une série de conférences

pressions ont le plus souvent les mêmes allures que les dépressions; leur étendue géographique est de même ordre, et leurs déplacements se font avec la même vitesse et dans le même sens.

Comme nous l'avons dit plus haut, le mouvement des centres de basses pressions est dirigé en général, sous nos latitudes, de l'ouest vers l'est. Or les travaux de Maury et de M. Brault, basés sur les observations que l'on a pu recueillir en mer, ont montré d'une manière frappante que les vents les plus fréquents sont, aux latitudes moyennes, dirigés aussi précisément de l'ouest vers l'est. Cette coïncidence a été le point de départ d'une théorie très séduisante et qui est encore aujourd'hui très répandue, bien qu'elle ne paraisse plus rendre compte de tous les faits connus.

Dans cette théorie, les aires de hautes pressions formeraient comme des plateaux plus ou moins élevés, séparés par des courants aériens, sortes de fleuves charriant les dépressions comme nos cours d'eau portent des tourbillons qui se déplacent au fil du courant. Le mouvement tourbillonnaire qui constitue les dépressions prendrait naissance par le frottement du courant contre sa berge, représentée ici par la limite des hautes pressions. Dans la portion du tourbillon qui tourne dans le sens du courant, les vitesses du tourbillon et du courant s'ajouteraient, tandis qu'elles se retrancheraient dans la portion opposée, ce qui correspondrait au demi-cercle maniable et au demi-cercle dangereux signalés dans les cyclones des Antilles. Enfin les longues périodes de beau et de mauvais temps, de chaleur ou de froid, trouveraient également dans cette théorie une explication aisée : il suffirait d'admettre que le lit des grands courants aériens vînt à se déplacer de temps à autre sous l'influence de causes quelconques dont quelques-unes pourraient même être extérieures à la Terre.

Telle est à peu près la meilleure théorie que l'on ait proposée jusqu'ici pour rendre compte des mouvements généraux de l'atmosphère, et, comme elle paraît assez bien, au premier abord, s'accorder avec les faits généralement connus, on s'explique facilement la faveur avec laquelle elle a été accueillie par le public et un grand nombre de météorologistes. Il n'est plus permis, toutefois, de se dissimuler que cette théorie est maintenant en contradiction avec des faits établis d'une manière certaine.

Nous avons indiqué plus haut que la rotation du vent autour des dépressions s'effectue constamment, dans nos latitudes, en sens inverse des aiguilles d'une montre; or, si les dépressions pouvaient être assimilées à des tourbillons nés du frottement d'un courant contre les berges, on comprendrait malaisément pourquoi les bourrasques ne présenteraient pas indifféremment

les deux rotations contraires, selon qu'elles auraient pris naissance contre l'une ou l'autre rive. A vrai dire pourtant, cette objection ne porte réellement que sur le mode de formation des bourrasques et non pas sur le reste de la théorie; mais il n'en est plus de même pour les considérations suivantes.

Une des conséquences de la théorie des courants est que dans la moitié des bourrasques, où le mouvement tourbillonnaire et le mouvement général du courant sont de même sens (la partie méridionale pour nos parages), la vitesse du vent doit être plus grande que dans la moitié opposée. Or ce fait, qui a été surtout constaté dans quelques cyclones des régions tropicales, est loin d'être général pour les bourrasques des latitudes moyennes. Dans la plupart des cas, la violence du vent est la même au nord et au sud du centre, et M. E. Loomis a même constaté en particulier qu'aux États-Unis, quand le vent n'est violent que d'un seul côté du centre, c'est précisément au nord, c'est-à-dire du côté où, d'après la théorie, il devrait être le plus faible. Le savant météorologiste américain signale ce fait comme étant absolument incompatible, suivant lui, avec la théorie des courants aériens.

Une autre objection non moins forte peut être tirée des changements perpétuels de vitesse et même de direction que l'on constate dans les mouvements des bourrasques. Telle dépression, venue rapidement du large, s'arrête subitement, reste stationnaire un jour ou deux, puis reprend tout d'un coup sa marche; quelquefois encore elle revient en partie sur ses pas. Il arrive même que des bourrasques se propagent absolument en sens inverse du mouvement général de l'atmosphère. Ce fait n'est pas rare dans la Méditerranée et se produit fréquemment aussi, dans certaines saisons, sur l'Atlantique, au sud-ouest de l'Espagne; on y voit des dépressions remonter vers le nord-est, contre les alizés, un des courants aériens les plus nets que l'on puisse citer.

Contrairement à la même théorie, l'expérience montre qu'il n'existe aucune relation entre la vitesse du vent autour d'une dépression et la vitesse de déplacement du centre même de la dépression. Aux États-Unis, par exemple, la vitesse moyenne du déplacement est beaucoup plus grande qu'en Europe (42^{km} à l'heure au lieu de 25^{km}); cependant la vitesse moyenne du vent autour des dépressions y est plus faible d'un quart environ que celle que l'on relève de ce côté-ci de l'Atlantique. Cette vitesse moyenne dépasse en effet 18^{km} sur nos côtes, tandis qu'elle atteint à peine 14^{km} en Amérique. Enfin, on observe assez souvent encore des bourrasques qui se déplacent à raison de plus de 70^{km} à l'heure; une même a franchi 125^{km} dans le même temps : or en aucun point de la bourrasque la vitesse du vent n'a atteint ce chiffre, bien que, d'après la

contraire, avec son inépuisable fonds de charité, a vu dans le sourd-muet, comme dans l'aveugle, un déshérité à secourir, une force à conquérir, une intelligence à développer, une âme à sauver. Elle a demandé pour le sourd-muet surtout l'instruction obligatoire.

Longtemps le sourd-muet a été traité particulièrement comme infirme. Aussi les établissements où il était recueilli étaient-ils des hospices, et les personnes chargées de les soigner, des religieux. De notre temps, l'hospice va céder la place à l'école, et l'instituteur va remplacer l'infirmier. Mais la tradition est encore si vivace, que les institutions de sourds-muets dépendent toujours du Ministère de l'Intérieur, tandis qu'elles devraient ressortir au Ministère de l'Instruction publique.

Nous avons déjà dit à cette place (1) que l'introduction en France de la méthode dite *d'articulation,* par laquelle on rend la parole au muet afin de l'instruire à l'aide de la parole, est due à Jacob Rodrigues Pereire, qui l'apporta d'Espagne en 1735.

A la mort de Pereire, sa méthode fut abandonnée en France, où l'abbé de l'Epée, inventeur des *signes méthodiques,* fit prévaloir cette dernière méthode. Proscrite en France, au moins officiellement, la méthode d'articulation fut presque universellement adoptée à l'étranger, et c'est de l'étranger qu'elle nous est revenue avec l'étiquette trompeuse de *méthode allemande,* très propre d'ailleurs à la faire bien accueillir du public français, qui accepte plus volontiers ce qui lui vient de l'étranger. Il est vrai de dire qu'à l'étranger on accueille non moins favorablement ce qui est d'origine française.

M. Magnat, instituteur français, réfugié à Genève à la suite du coup d'État, y était devenu le directeur de l'*Institut cantonal des Sourds-Muets;* en 1874, il revenait en France, où nous fondions, avec le concours pécuniaire de Mme Thuret et de la famille Pereire, l'école où devait revivre avec éclat la méthode ressuscitée et vivifiée du célèbre pédagogue (2).

Pendant plusieurs années, dans un grand nombre de conférences, j'ai entrepris une campagne en faveur de la méthode d'articulation; j'ai fait connaître les résultats remarquables obtenus par M. Magnat, dont j'ai produit les élèves aux applaudissements sympathiques de tous les auditoires.

J'ai dû triompher de bien des résistances, détruire bon nombre de préjugés, combattre sans relâche l'hostilité des partisans d'autres méthodes.

Une Société de patronage fut instituée par nos soins; elle eut

(1) Conférence faite le 11 juillet 1878, lors de l'Exposition universelle.
(2) École Pereire, avenue de Villiers, 94.

un organe (1). Des conférences furent faites aux instituteurs, et des prix furent décernés, après examen, à ceux d'entre eux qui avaient suivi nos Cours avec succès.

Enfin, en 1878, au moment de l'Exposition universelle, je faisais une conférence qui fut publiée sous les auspices du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, et aussitôt après je fondais, avec le concours de M. Magnat, le premier *Congrès international pour l'amélioration du sort des sourds-muets,* Congrès qui a été suivi de celui de Lyon en 1879, de celui de Milan en 1880.

C'est à la suite de ce dernier Congrès que le délégué du Ministre de l'Intérieur, dont le savoir, l'expérience et la compétence font autorité, M. Franck, de l'Institut, adressait au Ministre un Rapport dont je vous demande la permission de lire quelques extraits.

« Le Congrès international de Milan, dit M. Franck, se composait d'environ deux cent trente membres, hommes et femmes, laïques et ecclésiastiques, religieux et prêtres séculiers. Tous les pays civilisés, sans en excepter les États-Unis d'Amérique et le Canada, y comptaient des représentants. Après l'Italie, c'était la France qui en comptait le plus. On y trouvait aussi toutes les opinions et toutes les croyances, mais unies entre elles par un sentiment commun qui devrait toujours les dominer, comme il l'a fait pendant ces six jours : le sentiment de la charité, l'amour du bien, le désir de porter secours à une cruelle infortune. »

» C'était un spectacle touchant de voir tous ces hommes, accourus de si loin et séparés les uns des autres par tant de causes de division, travailler ensemble, dans le plus profond accord, à l'œuvre d'humanité qui les avait attirés, et qui n'est pas seulement une œuvre de dévouement, mais aussi de science et de laborieuses études. Ce n'est pas que la discussion manquât de vivacité et de chaleur; elle s'est même élevée plus d'une fois jusqu'à l'éloquence; mais, exempte de passions et de prétentions personnelles, éclairée par l'amour de la vérité, inséparable de celui du bien, elle aboutissait toujours à un vote unanime ou très rapproché de l'unanimité.

» La grande question à résoudre, c'était celle du procédé à employer pour mettre le sourd-muet en communication avec la société. »

Le langage mimique fut résolument condamné, et la parole, restée maîtresse du champ de bataille, fut saluée par le cri de *Vive la parole!*

Le Congrès, par un vote unanime, adopta la résolution suivante :

---

(1) *Bulletin de la Société de patronage des Sourds-Muets.*

« Le Congrès,

» Considérant l'incontestable supériorité de la parole sur les signes pour rendre le sourd-muet à la société et lui donner une plus parfaite connaissance de la langue,

» Déclare que la méthode orale doit être préférée à celle de la mimique pour l'éducation et l'instruction des sourds-muets. »

Cette victoire, ajoute l'éloquent rapporteur, est d'autant plus digne d'attention, qu'elle a été remportée non seulement sur des opinions consacrées par le temps, mais sur des intérêts respectables.

Le Congrès ne s'est pas arrêté au seul vote énoncé plus haut; il a rendu ensuite la décision suivante, qui est la suite naturelle du premier vote :

« Considérant que l'enseignement des sourds-parlants, par la méthode orale, doit se rapprocher le plus possible de l'enseignement des entendants-parlants,

» Le Congrès déclare que le moyen le plus naturel et le plus efficace par lequel le sourd-parlant acquerra la connaissance de la langue est la méthode dite *intuitive*, c'est-à-dire celle qui consiste à désigner d'abord par la parole, ensuite par l'écriture, les objets et les faits placés sous les yeux des élèves. »

Enfin, l'éminent rapporteur ajoute :

« Les enfants qui sont pourvus de tous leurs sens ne perdraient rien à être instruits par la même méthode. Elle n'est que l'application de cette grande loi de l'intelligence, qui met le concret avant l'abstrait et la synthèse avant l'analyse. »

Je ne m'arrêterai pas à relever quelques contradictions de ce remarquable Rapport, comment, par exemple, le rapporteur, membre de la Commission consultative des sourds-muets de Paris qui se déclare depuis longtemps partisan de la méthode universellement acceptée, exprime seulement aujourd'hui le vœu de la voir appliquer aussi promptement que possible non seulement dans nos deux institutions nationales, mais dans tous les établissements particuliers de notre pays.

Mais il me sera permis d'exprimer mon profond étonnement du silence qu'il garde pour les efforts que nous avons faits depuis 1874, lorsque c'est à la faveur de ces efforts que s'est produite la salutaire agitation dont le Congrès de Milan est le couronnement. Pourquoi faut-il que nous remarquions ce défaut de bienveillance et de sympathie sinon pour nos modestes travaux, au moins pour le zèle et le dévouement incontestables qui ont amené le triomphe de la méthode de l'enseignement par la parole?

Personne n'ignore, à Paris moins qu'ailleurs, l'existence de l'établissement dirigé par M. Magnat, où la ville de Paris entretient des boursiers. Un grand nombre d'instituteurs français et étrangers sont venus s'y inspirer de la méthode qui

y est pratiquée. L'enseignement donné aux entendants-parlants s'est ressenti, grâce à nous, de celui des sourds-muets, et l'éminent rapporteur, qui y fait allusion, comme on l'a vu plus haut, ne trouve pas sous sa plume un mot bienveillant pour les courageux pionniers qui ont déjà mis en pratique depuis plusieurs années les conseils qu'il donne seulement aujourd'hui.

La victoire est à la parole : c'est là, pour nous, le résultat important. Les sourds-muets seront des sourds-parlants et rentreront dans la grande famille humaine; le bien est accompli, peu importe le reste.

Entrons maintenant dans l'examen des moyens employés pour résoudre le problème qui consiste dans la *perception* et l'*acquisition* de la parole.

Commençons par résoudre la première difficulté. Pour comprendre comment on peut saisir la parole par une autre voie que l'oreille, il suffit d'observer que la parole se manifeste de deux manières, par le son qui frappe l'oreille et par l'ensemble des mouvements des lèvres, de la langue, etc., en un mot par des manifestations qui tombent sous le sens de l'ouïe et d'autres que peut saisir le sens de la vue. La parole peut être entendue ou vue; or, rien ne s'oppose à ce que le sourd-muet la comprenne par les yeux. Nous qui jouissons de l'intégrité de tous nos sens, nous recevons la parole par la voie naturelle et notre attention n'est pas attirée sur les mouvements qui la forment. Le sourd-muet, au contraire, réduit à la parole *visible,* devient singulièrement habile à saisir au passage ces mouvements, insaisissables pour nous, qui volent pour ainsi dire sur les lèvres, ainsi que les dispositions de la langue et des dents qui les accompagnent. Le sourd-muet doit à l'absence de l'ouïe d'avoir la vue plus affinée, le regard particulièrement incisif et pénétrant. Les divers sens, instruments de l'intelligence, se prêtent un mutuel appui dans l'exercice de leurs fonctions et se suppléent en partie au besoin. L'intelligence, ayant moins d'instruments à sa disposition, se sert plus fréquemment de ceux qui lui restent et avec plus d'adresse et d'ingéniosité. On conçoit dès lors la possibilité de rendre au sourd-muet un équivalent amoindri de l'ouïe, en lui faisant saisir par les yeux ce que nous recueillons par l'oreille. C'est ce qu'on appelle la *lecture sur les lèvres.*

Cette *lecture,* comme on le voit, n'est qu'une conséquence de l'acquisition de la parole; c'est parce que nous lui apprenons à parler que le sourd-muet apprend à *entendre par les yeux.* Les mouvements qu'on lui fait faire pour parler sont précisément ceux qu'il voit faire à son maître lorsque celui-ci lui adresse la parole.

Le professeur expose ensuite la théorie de la formation de

la voix et de la parole. Il commence par décrire les organes, ou plutôt les parties de l'organe, savoir les poumons, les bronches et la trachée, qui doivent fournir le volume d'air nécessaire et le conduire au larynx : c'est la soufflerie de l'appareil; puis le larynx, où se forme le son ou la voix, et enfin les diverses parties de la bouche qui concourent à la transformation du son ou de la voix en parole, c'est-à-dire en voix articulée.

L'air expulsé par le poumon fait vibrer les cordes vocales, qui rendent un son, aussitôt moulé, pour ainsi parler, en paroles par la cavité de la bouche, la disposition relative de la langue, des dents et des lèvres.

Pendant que le professeur décrit les organes et en explique le jeu, M. Duboscq projette sur un écran les dessins considérablement agrandis qui représentent les organes décrits; puis M. le D[r] Lemercier montre les modèles artificiels de ces mêmes organes et les décompose comme par une véritable dissection en leurs diverses parties.

Enfin M. Magnat montre sur ses élèves comment il rétablit le jeu des organes, comment il parvient à faire fonctionner les poumons, puis les cordes vocales, comment il fait émettre les voyelles, prononcer les articulations, les syllabes et les mots.

Dès que l'enfant sait émettre les voyelles, on les lui fait écrire, et ainsi, désormais, tout ce qu'il dira, il l'écrira. En même temps, on lui montre les mêmes sons, syllabes ou mots écrits en caractères romains, de manière à mener de front la lecture et l'écriture.

Ainsi commence l'instruction et l'éducation. Les signes *naturels*, instinctifs, constituent le premier moyen de communication pour désigner les objets. Dès qu'ils sont traduits en langage ordinaire et compris de l'enfant, ils sont abandonnés. Le nom de chaque objet, une fois prononcé, est écrit, et lu aussitôt après. Des dessins représentatifs servent à compléter l'enseignement. La connaissance de l'objet est continuée par l'examen de ses qualités et des parties qui le composent, d'où la notion de l'adjectif, la formation de la phrase élémentaire comprenant l'article, le nom, l'adjectif et l'un des auxiliaires, à la troisième personne du présent de l'indicatif.

La séance a été terminée par les exercices des jeunes sourds-muets qui ont répondu à diverses questions; ont écrit sous la dictée, résolu des problèmes d'arithmétique, fait des tracés géographiques, fourni des explications sur divers sujets, aux applaudissements de l'auditoire émerveillé.

Nous ne donnons pas plus de détails, puisque nos lecteurs pourront se reporter à la conférence publiée dans ce *Bulletin* (1879, n° 626), mais il est essentiel d'insister sur le point essentiel, à savoir que c'est à l'intelligence de l'enfant qu'on s'adresse, que c'est son intelligence qu'on cultive par un concours ingénieux de moyens variés, et que le reste vient par surcroît pour ainsi dire. On intéresse l'enfant, et l'étude devient pour lui un

plaisir. Dès lors, rien que de très naturel dans les progrès rapides qu'il fait, dans les résultats remarquables qu'on obtient.

Le sourd-muet n'a pas à bénéficier seul de cette méthode : elle convient également aux enfants de nos écoles.

COMÈTES DÉCOUVERTES EN 1879 ET EN 1880. Note de M. **L. Niesten**, astronome à l'Observatoire de Bruxelles.

Pendant l'année 1879, on a pu constater le retour de deux comètes périodiques :

1° Celle de Brorsen;

2° Celle désignée sous le nom de comète II de 1867 ou Tempel I.

On attendait aussi au commencement d'octobre la comète périodique de Biela ou de Gambart, qui, simple autrefois, s'est dédoublée en 1846; mais, jusqu'à ce jour, les nombreuses recherches que les astronomes en ont faites semblent, comme en 1872, ne pouvoir être couronnées de succès.

Trois comètes télescopiques nouvelles ont été découvertes, deux dans les observatoires d'Europe et une en Amérique.

Première comète de 1879 : *comète de Brorsen.* — Cette comète, dont la périodicité est de 5ans,483, a été observée pour la première fois, le 14 janvier 1879, par M. Tempel, à Arcetri, près Florence.

M. Ferrari l'a observée à Rome le 17 février et M. Tebbutt à l'Observatoire de Windsor (Nouvelle-Galles du Sud) le 22 février. Elle présentait à ce dernier observateur l'apparence d'une nébulosité elliptique.

Le 14 mars, elle fut observée par M. Strasser, à Kremsmunster.

Le 29 mars, elle présentait à M. Tupman, de Blackheat, l'éclat d'une étoile de 7e grandeur. Elle était à peu près ronde; son diamètre était d'environ 3', et elle offrait une certaine condensation vers le centre. Elle a encore été observée à Leipzig, à Moscou et à Bruxelles.

A son prochain retour en 1884, d'après la position de son orbite apparente, il sera probablement difficile de l'observer.

Deuxième comète de 1879 : *comète II de* 1867 (*Tempel I*). — Cette comète, la première périodique que Tempel découvrit en 1867, à Marseille, qui a été revue en 1873, a été retrouvée, le 24 avril, par celui qui en avait fait le premier la découverte. Sa position coïncidait presque exactement avec celle donnée par les éphémérides de M. Raoul Gautier.

La comète était faible, diffuse, présentant une apparence granuleuse vers le centre et large d'environ 2'. Elle s'éloignait du Soleil et de la Terre et se mouvait en même temps vers le sud,

de sorte que cette comète devait devenir, en peu de temps, difficile à observer.

M. Raoul Gautier, d'après les observations d'Arcetri, a déterminé à nouveau les éléments de cet astre :

Passage au périhélie : 1879, mai 7,02, t. m. de Berlin.

$$\mu = 593'',18,$$
$$\varphi = 27^\circ 35' 0'',6,$$
$$\log a = 0,517880,$$
$$\Omega = 78^\circ 45' 37'',4,$$
$$i = 9^\circ 46' 31'',6,$$

Le 25 mai, cette comète fut observée par M. Common, à Ealing (pays de Galles), dans un réflecteur de 18 pouces ; elle paraissait faible et présentait un noyau apparent qui se trouvait hors du centre, environ sous l'angle de position de 40°. Le 10 juin, elle paraissait plus faible, ronde, diffuse et large d'environ 30''.

M. Cruls, de l'Observatoire de Rio de Janeiro, a pu également observer cette comète.

Troisième comète de 1879 : *comète de Swift.* — L'Académie de Berlin recevait, le 21 juin, un télégramme annonçant la découverte, le 16 juin, par M. Swift, de Rochester (New-York), d'une nouvelle comète sous la position de

$$\alpha = 2^h 30^m, \quad \delta = +58^\circ.$$

Son mouvement diurne vers le nord était d'un peu plus de 1°. Elle était brillante et avait une petite queue.

Cette dépêche ayant été communiquée par l'Académie à plusieurs observatoires, la comète a été retrouvée à Strasbourg dans la nuit du 21 au 22 juin, puis observée à Vienne, Pola, Leipzig, Milan, Kremsmünster et Washington du 21 au 26 juin.

Les observations de Vienne (23 juin), combinées avec celles de Strasbourg et de Milan (21 et 24 juin), ont servi à M. Holetschek pour calculer les éléments suivants de cette comète :

Passage au périhélie : 1879, avril 25,8508, t. m. de Berlin.

$$\pi = 24^\circ 56' 16'',$$
$$\Omega = 40^\circ 27' 54'',$$
$$i = 106^\circ 0' 43'',$$
$$\log q = 9,83135.$$

La comète avait passé son périhélie et devait probablement devenir invisible vers la fin de juillet.

Cette comète a offert cette particularité d'avoir passé, le 15 juillet, presque exactement par le pôle boréal.

D'après les observations de M. Lewis Boss, directeur de

l'Observatoire de Dudley, à Albany, des 24 et 30 juin, et 8 juillet, M. Safford a calculé les éléments suivants de l'orbite de cette nouvelle comète :

Passage au périhélie : 1879, avril 27,1801, t. m. de Washington.

$$\log q = 9{,}450918,$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 45^\circ 41' 10'',5, \\ \omega^1 &= 3^\circ 28' 13'',0, \\ i &= 107^\circ\ 1' 53'',6, \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moy. } 1879{,}0.$$

D'après M. Tupmann, qui a observé cette comète les 25 et 28 juin, elle présentait un point brillant près du centre et son intensité lumineuse égalait une étoile de 9e grandeur; son diamètre était d'environ 2′. Cet observateur n'a pas aperçu la petite queue mentionnée par M. Swift.

M. Stéphan a observé cette comète à Marseille le 29 et le 30 juin.

Le 29, la comète avait l'apparence d'une petite nébulosité arrondie, médiocrement brillante, avec un petit noyau. Une trace de queue en éventail pouvait être soupçonnée.

Cette comète a pu également être observée à Bruxelles, dans les derniers jours de juin.

Quatrième comète de 1879 : *comète de Palisa.* — Le 21 août, à $10^h 26^m$, temps moyen de Pola, M. Palisa découvrait une comète télescopique dont la position était

$$\alpha = 10^h 2^m, \quad \delta = +49^\circ 6'.$$

Son mouvement diurne en ascension droite était de 6^m en croissant, et son mouvement diurne en déclinaison de 3′ en diminuant.

Elle était ronde et assez brillante.

Annoncée télégraphiquement à Washington le 23 août, elle fut facilement observée dans un télescope de 3 pouces d'ouverture. Elle apparaissait sous la forme d'un disque rond, brillant, d'environ 2′ ou 3′ de diamètre. D'après les observations de Washington, les éléments suivants ont été calculés par M. Chandler :

Passage au périhélie : 1879, octobre 4,351, t. m. de Washington.

Long. du périhélie........	202° 23′,6
Long. du nœud..........	87° 12′,0
Inclinaison..............	77° 4′,9
Log. de la dist. périh......	9,99697
Mouvement direct.	

La comète était à sa plus grande proximité de la Terre le 24 septembre et à son plus grand éclat vers le 30.

Elle a été également observée à Leipzig le 28 août, à Paris le 11 septembre et à Bruxelles le 12 septembre.

Les éléments suivants ont été calculés par M. Hind, d'après les observations du 21 août à Pola, du 28 août à Leipzig et du 11 septembre à Paris :

Passage au périhélie : 1879, octobre 4,2871, t. m. de Greenwich.

Long. du périhélie...	201° 41′ 52″,8	Éq. app. 30 août.
Long. du nœud.....	86° 54′ 4″,2	
Inclinaison..........	76° 57′ 38″,2	
Log. de la dist. périh.	9,9983406	
Mouvement direct.		

Cinquième comète de 1879 : *comète de Hartwig.* — A l'Observatoire de Strasbourg, le 24 août, à $10^h 30^m$, M. Hartwig découvrait une comète très faible et d'environ 1′,5 de diamètre.

D'après l'estimation de l'observateur, les coordonnées du nouvel astre étaient

$$\alpha = 12^h 19^m, \quad \delta = +61° 2'.$$

Son mouvement vers le sud-est était faible.

Cette comète a été observée à Leipzig le 26 août et à Paris le 8 septembre.

M. Hartwig en a calculé les éléments suivants d'après les observations faites les 24 et 28 août à Strasbourg et le 26 août à Leipzig :

Passage au périhélie : 1879, août 26,4661, t. m. de Berlin.

Long. du périhélie...........	309° 56′,3
Long. du nœud ascendant.....	28° 12′,7
Inclinaison..................	71° 55′,0
Log. de la dist. périh.........	9,99056
Mouvement rétrograde.	

Pendant l'année 1880, quatre comètes ont été observées. Trois de ces comètes sont nouvelles; la troisième est périodique : c'est la comète de Faye.

Première comète de 1880 : *grande comète du Sud* (¹). — Dans la soirée du 2 février, M. Gould, directeur de l'Observatoire de Cordoba (République argentine), eut son attention attirée par un trait lumineux qui se montrait dans la région sud-ouest du ciel. L'horizon était chargé de vapeurs épaisses jusqu'à environ 10°; au-dessus s'élançait une bande lumineuse qui, passant près de δ et β de la Grue, se dirigeait vers γ du Toucan. Le 3 février, la lueur plus vive s'était déplacée vers

(¹) *Voir* le *Bulletin* n° 25 du 19 septembre 1880.

le nord. C'était une grande comète qui s'approchait de son périhélie.

Pendant cette soirée, M. Gould ne parvint pas à découvrir le noyau ou la tête de la comète. La queue, large de 1°30′ à 2°30′, s'étendait sur une longueur de 40° au moins.

Le 4 février, à $8^h 30^m$ du soir, elle atteignait α d'Éridan. Cette même nuit, M. Gould vit ce qui devait être la tête de la comète : c'était une masse de lumière diffuse de 2′ à 3′ de diamètre, sans noyau apparent. Cet astre, par son éclat et surtout par la longueur de sa queue, dut, dès les premiers jours de son apparition, exciter l'attention des habitants de l'hémisphère sud. Aussi reçut-on bientôt en Europe des observations faites dans les colonies de l'Australie et du Cap, dans l'Uruguay, dans la République argentine et dans l'empire du Brésil. Mais dans toutes ces observations on dut se borner à indiquer la position et l'étendue de la queue; la comète était trop rapprochée du Soleil pour qu'on en pût convenablement distinguer le noyau.

Au cap de Bonne-Espérance, M. Gill suivit la comète jusqu'au 15 février. D'après M. Gould, c'est vers le 7 ou le 8 février que la comète parut avoir son plus grand éclat; elle dépassait alors en luminosité la partie de la voie lactée du Taureau.

« Le 11 janvier, la comète, dit M. Liais, a dû se montrer près du Soleil et de l'écliptique; il n'est donc pas douteux que c'est son noyau qui a été pris pour une planète intermercurielle pendant l'éclipse de Californie, comme un télégramme nous l'a appris. »

Les circonstances dans lesquelles cette comète s'est présentée, et surtout l'étendue de sa queue, rappelèrent, dès les premiers jours de son apparition, la grande comète de 1843.

L'analogie qu'on était tenté d'établir entre les deux astres paraît être confirmée par la similitude de leur orbite. M. Gould, en effet, comparant les éléments de l'orbite de la comète de 1880, déterminés d'après ses observations, à ceux de la comète de 1843, calculés par Hubbard, trouve :

Comète 1880.	Comète 1843.
T. : 1880, janv. 27,4185, t. m. W.	T. : 1843, févr. 27,44773, t. m. W.
$\Omega =$ 1°50′28″,	$\Omega =$ 1°14′55″,
$\pi =$ 280°26′59″,	$\pi =$ 278°40′17″,
$i =$ 144°54′30″,	$i =$ 144°19′21″,
$\log q =$ 7,719160.	$\log q =$ 7,743376.

D'autre part, M. W. Meyer, se servant des vingt et une observations connues, onze de Cordoue et dix de Melbourne,

et partant de trois positions normales, arrive à l'orbite suivante:

$$\begin{aligned} &T. : 1880, \text{janv. } 27{,}47550, \text{ t. m. de Berlin.}\\ &\Omega = 355°54'17'',5,\\ &\pi = 77°40'17'',0,\\ &i = 143°\ 2'10'',6,\\ &a = 11{,}08653,\\ &\log e = 9{,}9997650 \quad (\varphi = 88°6'56'',0),\\ &\log q = 7{,}778470, \end{aligned}$$

qui ne correspond pas à l'orbite déterminée par Plantamour pour la comète de 1843.

Enfin, M. Weiss, employant les éléments de la comète de 1843, calculés par Hubbard et réduits à l'équinoxe moyen de 1880, et prenant le 27,6 janvier, temps moyen de Berlin, pour la date du passage au périhélie, obtient :

$$\begin{aligned} &T. : 1880, \text{janv. } 27{,}6, \text{ t. m. de Berlin.}\\ &\Omega = 1°45'59'',\\ &\pi = 84°20'42'',\\ &i = 144°19'39'',\\ &\log q = 7{,}743377. \end{aligned}$$

Cette orbite lui a permis de calculer des éphémérides qui assignent à la comète des positions qui concordent assez bien avec celles données par M. Gill, de l'Observatoire du Cap; mais, comme les positions du noyau de la comète n'ont pu être déterminées d'une façon rigoureuse, et que les observations sur lesquelles on se base ne donnent que la position approchée de la queue, on ne peut jusqu'à présent que soupçonner l'identité des deux comètes.

Deuxième comète de 1880 : *comète de Schaberle* (1). — Le 6 avril, à $11^h 30^m$, temps moyen de Washington, M. J.-H. Schaberle, aide à l'Observatoire d'Ann-Arbor (Etats-Unis), découvrit cette nouvelle comète télescopique. Sa position, à cette date, était

$$\alpha = 7^h 20^m, \quad \delta = + 84°25'.$$

Son mouvement diurne en ascension droite était de -30^m et celui en déclinaison de $-48'$. La comète était très faible; elle ne présentait que l'éclat d'une étoile de 10e grandeur; sa queue mesurait 3' environ de longueur. Elle fut suivie dans différents observatoires de l'Europe, à Leipzig, à Rome, à Dun-Echt, à Bruxelles et à Nicolajew. Dans ce dernier Observatoire, on put déterminer sa position jusqu'au 8 juin.

Ces observations permirent à MM. Martin, Oppenheim, Millosevich, Copeland, Lohse, Holetschek, Zelbr, de déterminer les éléments de l'orbite de cette comète.

---

(1) *Voir* le *Bulletin* n° 5 du 8 mai 1880.

Nous donnons ici les éléments de l'orbite calculée par M. Schaberle, d'après ses observations des 6 et 20 avril, du 4 mai et du 1er juin :

T. : juin 30,79640, t. m. de Washington.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 41^\circ 51' 27'',8, \\ \Omega &= 257^\circ\ 9' 48'',5, \\ i &= 123^\circ\ 5' 29'',8, \end{aligned}\right\}\ \text{Équinoxe moy. 1880,0.}$$

$$\log q = 0,259736,$$

ainsi que ceux déterminés par M. Bigourdan, d'après trois positions normales déduites des éléments de l'orbite calculée par M. Martin :

T. : 1880, juillet 1,83846, t. m. de Paris.

$$\begin{aligned} \pi &= 42^\circ 30' 56'',1. \\ \Omega &= 257^\circ 15' 13'',3, \\ i &= 123^\circ\ 3' 36'',1, \\ \log q &= 0,258474. \end{aligned}$$

D'après ces éléments, M. Bigourdan a dressé une éphéméride qu'on trouvera dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (1880, p. 75 et 484). Les positions de cette comète, observées pendant le mois de septembre, coïncident à très peu près avec celles données par cette éphéméride.

Troisième comète de 1880 : *comète périodique de Faye* (1). — Cette comète, dont la périodicité avait déjà pu être constatée en 1851, en 1858, en 1865 et en 1875, devait se représenter dans le courant de 1880. M. Axel Möller en avait donné des éphémérides; la comète devait atteindre son éclat maximum dans le mois d'octobre. Bien que cette comète soit excessivement faible, elle a pu cependant, dès la fin d'août, être observée dans les observatoires pourvus de puissants instruments; Tempel à Florence, Common à Ealing, Düner à Lund, Pehüle à Copenhague, Bigourdan à Paris, purent en relever les positions. Celles-ci ne diffèrent des positions données dans les éphémérides de M. Axel Möller au plus que de $2^s,5$ en ascension droite et de $2''$ en déclinaison. La précision avec laquelle M. Axel Möller a déterminé la route que devait suivre cet astre dans l'espace est admirable.

Le 11 septembre, la comète, d'après M. Bigourdan, de Paris, paraissait comme une étoile de 13e grandeur, sans queue ni noyau apparents.

Quatrième comète de 1880 : *comète de Hartwig*. — Cette comète fut découverte le 29 septembre par M. Hartwig, de Strasbourg; elle était très brillante et avait une queue de 2° de

(1) *Voir* le *Bulletin* n° 24 du 12 septembre 1880.

longueur. M. Hartwig, d'après ses observations des 29, 30 septembre et du 1er octobre, donne les éléments suivants pour l'orbite de la comète :

$$
\begin{aligned}
T. &: 1880, \text{ sept. } 6{,}953, \text{ t. m. de Berlin.} \\
\pi - \Omega &= 323^\circ 31',7, \\
\Omega &= 43^\circ 32',3, \\
i &= 141^\circ 11',7, \\
\log q &= 9{,}56450.
\end{aligned}
$$

A partir du 4 octobre, on a pu suivre la marche de la comète à l'Observatoire de Bruxelles. La comète paraissait ronde, d'un diamètre d'environ 3' à 4', et avait un noyau dont l'éclat était environ celui d'une étoile de 5e grandeur. Elle était visible dans les plus faibles lunettes, et l'on pouvait même, bien qu'avec quelque difficulté, la trouver à l'œil nu.

D'après M. Winnecke, cette comète pourrait bien être celle de 1506, qui a été aperçue en Europe et en Chine, et dont M. Laugier a calculé les éléments.

COMÈTES PÉRIODIQUES EN 1881.

Une seule comète, dont le retour périodique est constaté, pourra être observée cette année : c'est la *comète d'Encke*.

En 1818, Pons, de Marseille, découvrit une comète dont les éléments calculés étaient analogues à ceux de la comète de 1805. Arago fit remarquer cette analogie lorsque Bouvard présenta les éléments de l'orbite de la comète de Pons. Olbers, de son côté, indiqua que cette comète avait été observée en 1786 et en 1795. Encke, astronome à l'Observatoire de Gotha, calcula alors les éléments elliptiques de cette comète et détermina le temps moyen de sa révolution (3ans,285). La comète reçut le nom de l'astronome allemand qui en avait démontré la périodicité.

L'orbite de la comète d'Encke est intérieure à celle de Jupiter.

Depuis 1818, cette comète a été revue à presque tous ses retours au périhélie; le plus souvent, on ne peut l'observer que dans l'hémisphère austral.

En 1878, elle présentait une apparence nébuleuse circulaire, avec condensation centrale et un diamètre d'environ 2'.

En 1881, son passage au périhélie aura lieu vers le mois d'octobre.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

20 FÉVRIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 47.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 26 FÉVRIER, A LA SORBONNE.

M. **Davanne**, vice-président de la Société française de Photographie : La Photographie appliquée aux sciences.

Les satellites de Mars. Conférence du 5 février, par M. Wolf, astronome de l'Observatoire de Paris.

Mesdames, Messieurs,

Il n'y a rien de nouveau sous le Soleil. Cet adage, dont la vérité a fait bien souvent le désespoir du conférencier en quête d'un sujet intéressant et neuf, a paru recevoir, il y a trois ans, un démenti éclatant par la découverte inattendue des deux satellites de Mars. Dans une région du ciel bien souvent explorée en vue même de la recherche de ces satellites, là où W. Herschel, d'Arrest et Lassell n'avaient rien trouvé, le télescope d'un astronome américain nous révélait, le 18 août 1877, la présence de deux astres nouveaux; et en peu de temps, l'étude de ces satellites leur assignait des caractères tellement singuliers, en désaccord si marqué avec ce que l'observation du système planétaire nous avait appris, en opposition tellement frappante avec les règles posées par la théorie cosmogonique la plus en faveur, que beaucoup d'astronomes, et surtout beaucoup de chroniqueurs scientifiques, purent se demander si nous n'étions pas en présence d'astres réellement neufs; si la raison pour laquelle on ne les avait pas vus jusqu'alors n'était pas précisément qu'ils n'existaient point encore; en un mot si ce n'était pas une augmentation toute récente de la famille de Mars, enfants de sa vieillesse, nés réellement de son sein par quelque expulsion violente, ou simplement enfants adoptifs de

la planète, recueillis par elle au milieu des innombrables vagabonds qui peuplent l'espace.

Aujourd'hui, justice a été faite de ces conceptions bizarres, nées de la surprise du moment; les satellites de Mars ont été reconnus pour être aussi âgés que la planète, formés à l'origine des temps suivant les lois cosmogoniques générales bien interprétées. Mais ils n'en restent pas moins des exemplaires presque uniques de leur espèce, fournissant à la curiosité savante de nouveaux sujets d'étude et apportant à notre esprit une des plus étonnantes confirmations de ce grand principe d'identité dans les caractères généraux, combinée avec la plus grande variété dans les détails, qui fait la beauté de l'œuvre admirable de Dieu.

A ces titres, j'ai cru, Messieurs, que l'étude des satellites de Mars méritait de fixer votre attention. Je me propose de vous dire comment ils ont été découverts, quels sont les caractères propres qu'ils présentent et comment leur formation peut être rattachée à celle des autres astres.

La planète Mars, qui, dans l'ordre de succession à partir du Soleil, vient la première après la Terre, est considérée généralement comme l'astre le plus semblable à la Terre elle-même. Elle est, pour les esprits aventureux qui ne craignent pas de sonder les secrets les plus cachés de la création, la planète sœur, sur laquelle des conditions climatériques presque identiques aux nôtres, une atmosphère épaisse chargée de vapeur d'eau, des continents et des mers, une zone torride et des neiges polaires, doivent nécessairement entraîner l'existence de végétaux et d'habitants semblables à ceux de la Terre. Seulement, en raison de la faible pesanteur à la surface, ces végétaux et ces animaux sont bien plus élevés que les nôtres, et c'est surtout la série des espèces ailées qui s'est développée. « Les espèces supérieures d'animaux y sont pourvues d'ailes. Là-bas, les grandes races vertébrées et la race humaine elle-même, qui en est la résultante et la dernière expression, ont conquis le privilège, très digne d'envie, de jouir de la locomotion aérienne. » Voilà ce que l'on ne craint pas de nous présenter comme la conclusion logique des découvertes de l'Astronomie touchant la planète Mars. M. Faye vous a montré d'un mot le néant de ces conceptions : qu'il manque à l'atmosphère de Mars les quelques millièmes d'acide carbonique que contient la nôtre, et voilà la vie animale et végétale impossible sur cette planète. Or la science est impuissante à affirmer ou à nier l'existence de cet acide carbonique. Mais nous pourrions aller plus loin; un examen rapide des conditions astronomiques et physiques de cette planète pourrait nous la montrer, avec tout autant de probabilité, non plus comme iden-

tique à la Terre, mais comme constituant, parmi les membres du système solaire, une singularité, un exemplaire unique. Et cela ne nous éloigne pas de notre sujet : à une planète singulière il faudra des satellites extraordinaires.

D'abord Mars est, après Mercure, la planète la plus excentrique de tout le système. Tandis que, pour la Terre, le rapprochement ou l'éloignement du Soleil ne s'élève pas à $\frac{2}{100}$ (0,0168) de la distance moyenne, pour Mars il dépasse $\frac{9}{100}$ (0,093), et vous savez que, grâce à cette circonstance, l'étude des mouvements de Mars a pu révéler à Kepler les lois fondamentales de l'Astronomie : de là, et de l'inclinaison un peu plus forte de l'axe de rotation de Mars sur le plan de son orbite, des différences de saisons auxquelles ne résisterait probablement aucun des végétaux ni des animaux terrestres.

L'aplatissement de Mars pourrait m'apporter un précieux argument, si j'en croyais la valeur donnée par Arago, $\frac{1}{50}$, ou même $\frac{1}{30}$ par Herschel. Il en faudrait conclure en effet, pour l'intérieur de la planète, une loi de densité complètement différente de celle de la Terre, et par conséquent aussi une série de périodes géologiques complètement différentes. Mais les observations plus récentes de Kayser et de Winnecke ne permettent pas de se prononcer sur la valeur de cet élément important.

Il vous suffira d'ailleurs d'un coup d'œil jeté sur une Carte de Mars, telle qu'ont pu la tracer des observateurs patients et exercés, depuis les Maraldi jusqu'à M. Schiaparelli, pour concevoir des doutes bien légitimes sur l'assimilation des accidents de la surface de cette planète avec ceux de la surface terrestre. Au pôle, vous voyez cette tache blanche, que nous admettrons être de la neige : M. Faye vous l'a dit; je n'y contredirai pas, quoique plusieurs astronomes anglais soient d'un autre avis. Mais déjà M. Faye vous a fait remarquer que sur Mars les taches appelées continents sont rouges, les mers sont vertes. Examinons maintenant la forme de ces continents et de ces mers, dessinés par M. Schiaparelli en 1879. Sur Mars, ce qu'on appelle des continents a des contours arrondis; les mers, au contraire, reproduisent les formes pointues de nos continents; le plus souvent elles se réduisent à des bras, à des canaux extrêmement étroits. Les conditions géologiques de Mars ne sont donc pas celles de la Terre, ni par suite non plus les conditions de refroidissement de la surface et d'épaisseur de la croûte habitable. Les partisans de l'identité de la Terre et de Mars sont donc bien imprudents, comme l'a fait remarquer M. Christie, en assignant les noms de *mers* et de *continents* à des accidents de surface complètement opposés de forme à ceux de la Terre. Rappelez-vous les mêmes noms donnés aux taches de la Lune, et vous comprendrez la nécessité

d'être sobres d'hypothèses sur la nature vraie de taches aussi éloignées de nous.

Ces réserves sont corroborées encore par la considération même de la place que Mars occupe dans le système planétaire, entre la Terre et les petites planètes. Voici le tableau des grandeurs comparées des planètes, placées en même temps dans l'ordre de leurs distances au Soleil. D'une part, nous trouvons Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, les grosses planètes, qu'il faudrait peut-être, avec M. Faye, séparer en deux groupes. Ce sont des corps énormes par rapport à la Terre, très légers spécifiquement, tournant très vite sur eux-mêmes, et probablement encore à une température élevée.

Lorsque la nébuleuse primitive, mère de tout le système, eut donné naissance à ces grands corps, il se fit dans sa densité, peut-être dans sa nature chimique, un changement subit. A des corps considérables succéda en effet la production de poussière de planètes : ce sont les astéroïdes ou planètes télescopiques. Puis vint une autre période, où les planètes sont petites relativement à Jupiter et Saturne, sont pesantes et tournent lentement sur elles-mêmes. Or, de ces planètes, Mars est la première; c'est elle qui inaugure l'ordre de choses nouveau. Elle participe donc encore de cette période de perturbation qui n'a rien pu produire de stable; c'est encore une toute petite planète, de diamètre moitié de celui de la Terre, comme à l'autre bout de la série se formera Mercure, tout petit aussi, à l'aurore de cette nouvelle perturbation qui a donné naissance aux Vulcains. N'est-il pas logique d'admettre que, tout en se rapprochant de la nature de notre planète, Mars doit en différer encore notablement? Si nous voulons, au point de vue cosmogonique, trouver la sœur de la Terre, c'est de l'autre côté qu'il faut nous tourner, vers Vénus, née dans une période d'équilibre bien établie, à un grand intervalle des astéroïdes en distance comme en temps, et non vers Mars, formé à l'aurore de cette période, alors que la nébuleuse devait se ressentir encore de l'état d'équilibre instable qui a formé les planètes télescopiques.

Cessons donc, Messieurs, de nous étonner des singularités que peuvent nous présenter Mars et son entourage, et abordons l'étude des satellites.

Jusqu'à présent Mercure et Vénus en paraissent privés. La Terre en a un, c'est la Lune; Jupiter en a quatre, Saturne huit en outre de ses anneaux. Uranus, après en avoir possédé huit, est réduit à quatre; Neptune n'en aurait qu'un seul, mais l'avenir réserve sans doute aux puissantes lunettes la découverte de bien des astres nouveaux dans ces régions lointaines.

Laissant de côté Uranus et Neptune, trop mal connus, n'êtes-

vous pas frappés de cette progression du nombre des satellites de la Terre, de Jupiter et de Saturne? A cette progression, il manque un terme : il manque deux satellites à Mars. Kepler, Messieurs, en avait été frappé avant vous, et, bien qu'il ne connût pas les satellites de Saturne, il écrivait à un de ses amis, au moment où il venait de recevoir la nouvelle de la découverte de ceux de Jupiter : « Je suis si loin de mettre en doute l'existence des quatre planètes de Jupiter, que j'attends une lunette pour vous devancer, s'il est possible, dans la découverte de deux satellites autour de Mars, six ou huit autour de Saturne, et peut-être un auprès de Mercure et de Vénus. »

M. Asaph Hall rapporte encore dans son Mémoire les opinions de Gulliver et du Micromégas de Voltaire sur l'existence de deux satellites autour de Mars. Ce ne sont que jeux d'esprit et rencontre fortuite sans aucune base scientifique. Elles nous apprennent seulement que la notion de l'existence de pareils astres avait cours depuis longtemps dans l'opinion publique. Il n'est donc pas étonnant que plusieurs astronomes aient consacré leurs veilles à la recherche des satellites de Mars. W. Herschel en 1783, d'Arrest à Copenhague en 1862 ou 1864, ne furent pas heureux. Il faut remarquer que cette recherche ne peut se faire utilement qu'à des époques bien déterminées.

Je mets sous vos yeux les orbites de Mars et de la Terre rabattues sur le même plan, celui de l'écliptique. La Terre fait sa révolution en un an ; Mars fait la sienne en 687 jours, ou un an et 10 mois environ. De cette différence de vitesse résulte ce fait, que la Terre et Mars peuvent se trouver à des distances très diverses, tantôt très près l'un de l'autre, à 14 millions de lieues, tantôt très loin, à 86 millions de lieues. Le rapprochement est le plus grand possible lorsque les deux astres sont en ligne droite avec le Soleil et du même côté de cet astre, ou lors des oppositions de Mars. Ces oppositions reviennent après 779 jours en moyenne, ou 2 ans et 48 $\frac{1}{2}$ jours. Mais la forme excentrique de l'orbite de Mars introduit encore une différence notable entre les distances des deux astres aux oppositions successives. Le minimum de distance devient le plus petit possible (0,38) quand, au moment de l'opposition, Mars est voisin de son périhélie, coïncidence qui se reproduit à peu près tous les quinze ans. Les oppositions de septembre 1830, août 1845, juillet 1860, octobre 1862, septembre 1877 et novembre 1879 ont été, dans ces derniers temps, les plus favorables à l'observation, quoique à des degrés très inégaux. Il faut maintenant attendre celle de 1892.

Ces variations de distance se traduisent par des variations inverses du diamètre apparent de Mars. Celui-ci peut s'élever

à 26″,9 pour descendre à 3″,6. Le tableau des dimensions relatives de Mars à sa plus grande et à sa plus petite distance, ainsi qu'à son éloignement moyen, vous montre combien sont différentes, aux diverses époques, les conditions d'observation de la planète.

Il faut tenir compte encore d'une autre circonstance : c'est la hauteur à laquelle Mars peut s'élever au-dessus de l'horizon du lieu d'observation. Des positions des orbites de Mars et de la Terre il résulte que, aux environs du périhélie de Mars, la déclinaison de cet astre est toujours australe; mais elle peut varier beaucoup : en 1860 Mars était à 27°,5 au-dessous de l'équateur, en 1830 à 5°,9 et en 1877 à 11°,9.

Vous voyez, Messieurs, que les découvertes astronomiques ne peuvent se faire à une époque quelconque et qu'il nous faut souvent attendre bien des années avant que se présentent les conditions favorables à l'observation. Mais il en résulte aussi que l'astronome peut et doit préparer longtemps à l'avance ses méthodes et ses instruments, pour tirer le meilleur parti possible de l'heureuse combinaison des positions des astres qu'il veut étudier. Le succès est alors, et c'est justice, à celui qui s'est le mieux préparé, et il en a été ainsi dans la découverte des satellites de Mars.

En 1877, Mars se trouvait à une distance de la Terre moindre que celle où il avait été depuis 1845; seulement sa déclinaison australe rendait l'observation plus facile pour les observatoires de l'hémisphère sud que pour les nôtres. Mais surtout la construction des instruments avait fait depuis 1845 d'immenses progrès. En 1833, Beer et Mædler avaient fait leurs belles observations des planètes avec un équatorial de $0^m,16$ seulement. La grande lunette de Saint-Pétersbourg date de 1839, mais elle était consacrée par W. Struve à l'étude de l'Astronomie sidérale. L'objectif de Cambridge (États-Unis) ne fut installé qu'en 1847.

En Angleterre, c'est en 1847 aussi, deux ans après l'époque favorable pour l'observation de Mars, que Lassell installa son télescope de 2 pieds d'ouverture. Son grand télescope de 4 pieds fut employé à Malte de 1862 à 1865, et certainement tourné vers Mars; mais l'opposition de 1862 était passée, et d'ailleurs peu favorable.

Je passe sous silence le grand télescope de lord Rosse, qui n'a jamais été considéré comme un instrument propre à l'observation des étoiles multiples.

D'Arrest, à Copenhague, possédait un magnifique objectif de 10 ½ pouces, avec lequel il entreprit la recherche des satellites de Mars, mais sans résultat. Peut-être laissa-t-il échapper l'opposition de 1862 et ne fit-il ses recherches qu'en 1864. Il

fit voir qu'un satellite ne peut se trouver à une distance de plus de 70′ de la planète, supposée à la distance 0,52; mais chercha-t-il assez près?

Enfin, en 1877, l'Astronomie possédait le grand télescope de Melbourne, la lunette de $0^m,62$ de M. Newall et le grand objectif de Washington de $0^m,65$. Notre télescope de $1^m,20$ n'était pas terminé. La lutte pouvait donc s'établir entre ces trois instruments géants. Mais la lunette de M. Newall, transportée dans l'atmosphère enfumée de Newcastle, ne voit le ciel qu'à travers de rares éclaircies. La déclinaison australe de Mars semblait mettre les chances du côté de Melbourne; mais là on ne s'occupa point de la recherche des satellites de Mars; il faut même ajouter qu'après leur découverte, les astronomes australiens ne purent les voir avec leur grand télescope, fait très curieux et dont on doit tenir grand compte dans la discussion des qualités relatives des objectifs et des miroirs. L'Amérique resta donc seule en ligne, et voilà comment, en cette occasion, John Bull fut battu par frère Jonathan.

M. Asaph Hall, à Washington, s'était préparé, dès le printemps, à l'exploration des environs de Mars. Ses recherches commencèrent avec le mois d'août; elles le convainquirent d'abord qu'il n'y avait rien à trouver à une certaine distance de Mars, et, dès le 10, son attention était concentrée dans l'intérieur de la zone de lumière qui, dans les meilleurs instruments, entoure les astres brillants et provient sans doute de l'illumination de notre atmosphère. Le 11, à 2^h30^m du matin, il trouve le satellite extérieur; le 16 il le revoit, et le 17 le satellite intérieur est vu à son tour. Le 18, l'amiral Rodgers annonçait au monde savant la découverte inattendue du savant et persévérant Américain. Vous le voyez, Messieurs, ce n'est pas là une de ces découvertes où le hasard seul joue un rôle; M. Asaph Hall a trouvé les satellites de Mars parce qu'il les a cherchés; et j'ajoute, Mesdames, que s'il les a cherchés avec tant de persévérance, c'est sur les instances de sa femme; il avoue que, sans ses encouragements, il aurait abandonné une poursuite d'abord infructueuse.

Une fois découverts, ces deux astres nouveaux ont été vus avec des instruments bien inférieurs à la colossale lunette de Washington. A Paris, on a pu voir et mesurer le satellite extérieur avec un objectif de L. Foucault diaphragmé à $0^m,16$ d'ouverture. Ce sont cependant des corps bien petits; d'après les mesures photométriques de M. Pickering, de Harvard College, si on leur suppose le même pouvoir réflecteur qu'à Mars, leurs diamètres ne sont que $9^{km},6$ et $11^{km},2$, à peu près l'étendue de Paris.

Ils ont reçu de l'auteur de leur découverte les noms de Phobos et de Deimos, la Crainte et la Terreur, qui sont, dans la

Fable, les noms des coursiers de Mars, et dans Homère, ceux des écuyers du dieu de la guerre. Le satellite intérieur, Phobos, est le plus grand.

Aujourd'hui, on a suivi leur marche autour de la planète pendant deux oppositions successives, en 1877 et 1879, et les éléments de leurs orbites sont bien connus. Tous deux se meuvent presque exactement dans le plan de l'équateur de Mars; leurs orbites sont très peu excentriques, celle de Deimos presque rigoureusement circulaire. Mais voici où surgit la singularité : leurs distances au centre de la planète, exprimées en rayons de celle-ci, ne sont que 2,77 et 6,92, et ces orbites sont parcourues, par Deimos en trente heures dix-sept minutes cinquante-quatre secondes, par Phobos en sept heures trente-neuf minutes quinze secondes, tandis que Mars tourne sur lui-même en vingt-quatre heures trente-sept minutes. La figure de ce petit monde de Mars peut donc aisément être représentée à sa véritable échelle. M. Molteni vous la projette sur le tableau. Un mot des distances absolues.

Rappelez-vous d'abord que Mars est huit fois moins gros que la Terre, que son rayon n'est que la moitié de celui de la Terre, par conséquent 3364^{km} ou 841 lieues environ. Phobos n'est donc qu'à 2330 lieues du centre de Mars, à 1488 lieues de sa surface.

Comme Mars a une atmosphère très épaisse, s'il est vrai que ses habitants ont des ailes, ils peuvent très bien voler jusqu'à leur première Lune, et vous apprendrez bientôt qu'ils s'y installent de temps à autre et trouvent ainsi un moyen très commode de faire en quelques heures le tour entier de leur planète!

Deimos est un peu plus loin, à 5000 lieues à peu près de la surface. Que nous sommes loin des distances auxquelles nous avait habitués l'Astronomie! La Lune, notre plus proche voisine, est à 96000 lieues du centre de la Terre; pour représenter la Terre et son satellite à la même échelle que le système de Mars, il faudrait d'abord doubler le rayon de la planète, et placer la Lune à soixante fois ce rayon doublé, quarante-trois fois plus loin que Phobos, c'est-à-dire au delà des limites de cette salle.

Or, sur la Lune, nous voyons, malgré la distance, bien des détails curieux. Que dire du magnifique spectacle que présente le système de Mars à l'astronome placé sur la planète ou mieux encore sur le satellite intérieur! A 1500 lieues au-dessus de sa tête apparaît dans le ciel un énorme globe de 1700 lieues de diamètre, couvrant par conséquent la sixième partie du ciel visible, tantôt d'un écran opaque et obscur, illuminé seulement sur les bords, tantôt d'une surface brillamment éclairée par le Soleil, sur laquelle se détachent avec leurs contours

leurs couleurs et leurs reliefs, et avec des effets bien marqués de perspective aérienne, tous les accidents dont nous ne pouvons d'ici que soupçonner l'existence. Quelles nuits splendides que celles de Phobos, éclairées par une lune six mille quatre cents fois plus grande que la nôtre et envoyant à peu près deux mille cinq cents fois plus de lumière ! Mais n'oublions pas que, si, comme il est probable, ce satellite tourne constamment une même moitié de sa surface vers la planète, cette moitié ne voit que très rarement le Soleil en face, et que c'est la planète qui, par conséquent, est sa principale source de lumière.

Cela nous amène à considérer maintenant les particularités du mouvement des satellites autour de leur planète et les phases diverses qu'ils présentent. Deimos fait en trente heures le tour de la planète, qui tourne sur elle-même en vingt-quatre heures trente-sept minutes. Il participe donc au mouvement diurne apparent du ciel, mais avec un retard énorme; il se lève à l'est, monte lentement dans le ciel, reste soixante heures au-dessus de l'horizon et finit par se coucher dans l'ouest. Pendant ce temps, il a passé deux fois par toutes les phases qu'offre notre Lune dans l'espace d'un mois.

Phobos est plus extraordinaire encore. En un jour de Mars il fait un peu plus de trois fois (3,22) le tour de la planète. En dépit du mouvement diurne du ciel, un habitant de Mars voit, dans l'espace d'une journée complète, ce petit astre se lever à l'ouest, parcourir le ciel, de l'ouest à l'est, en cinq heures et demie environ, se coucher à l'est, se lever de nouveau à l'ouest six heures et demie après, se coucher à l'est et encore une fois se lever dans l'ouest, en passant chaque fois par toutes les phases que notre Lune nous offre en un mois. Rien n'est plus intéressant que de suivre sur un tracé graphique la série de ces phases rapides, dont le tableau mouvant que je mets sous vos yeux vous donne une idée très exacte.

En même temps se passe un autre phénomène, rare sur la Terre, extrêmement commun sur Mars : ce sont les éclipses des satellites et les passages de ceux-ci sur le Soleil ; je ne dis pas les éclipses de Soleil, à cause de leur petitesse relative (Phobos, vu de la surface de la planète, n'a qu'un diamètre de 5' au plus; le Soleil, vu de Mars, a 20' environ de diamètre). Si le plan des orbites de ces satellites, qui coïncide à fort peu près avec l'équateur de Mars, coïncidait également avec le plan de l'orbite de la planète, à chaque révolution les satellites se plongeraient dans l'ombre de la planète et seraient éclipsés. Voyons combien de temps durerait une de ces éclipses de Phobos et quelle en serait la période. Le cône d'ombre de Mars, à la distance de 1500 lieues de sa surface, a très sensiblement le même diamètre que Mars, soit 1682 lieues ; le pourtour de l'orbite de

Phobos, 14632 lieues, est parcouru en sept heures trente-neuf minutes; la traversée du cône dure donc à peu près cinquante-trois minutes : telle est la durée de l'éclipse. Supposez maintenant Phobos se levant à l'ouest au moment où le Soleil s'y couche pour un habitant de l'équateur de Mars, à 6^h du soir par conséquent. Vers 9^h, Phobos atteint le cône d'ombre, reste éclipsé pendant cinquante-trois minutes et réapparaît. A $11^h 30^m$ il se couche dans l'est, se lève vers 5^h du matin, et à ce moment est de nouveau éclipsé jusque vers 6^h : donc, pendant une nuit de Mars, il s'est produit deux éclipses du satellite.

Vous verriez, par un calcul approximatif semblable, que Deimos, pendant les soixante heures qu'il reste au-dessus de l'horizon d'un lieu, peut être éclipsé totalement deux fois, pendant quatre-vingt-quatre minutes environ chaque fois.

Mais l'inclinaison du plan de l'équateur de Mars sur celui de son orbite est de 28°42' environ; à la distance de Phobos, ces 28° représentent une distance de 1275 lieues, dont Phobos peut être éloigné du plan contenant le Soleil et Mars; le cône d'ombre n'a pour rayon que 841 lieues; donc il peut très bien arriver que Phobos ne soit pas éclipsé à chaque opposition.

Ainsi, les astronomes de Mars ont, d'une part, tout le temps nécessaire pour bien observer les deux satellites, et, de l'autre, les éclipses fréquentes des satellites leur offrent un moyen très commode de déterminer les longitudes à la surface de la planète.

Pour nous, ces satellites nous ont donné le moyen de peser directement la planète Mars, ce qui n'avait pu être fait qu'indirectement, d'après la valeur des actions perturbatrices exercées par cette planète sur ses voisines. Le Verrier avait trouvé $\frac{1}{3000000}$; Asaph Hall et Newcomb trouvent $\frac{1}{3093500}$, concordance vraiment admirable, et qui montre combien sont sûrs et délicats les procédés d'analyse de la Mécanique céleste.

Je crois, Messieurs, en avoir dit assez pour justifier l'épithète d'astres bien singuliers que j'ai donnée aux satellites de Mars. Mais il ne suffit pas de constater l'existence de ces singularités : il faut encore les expliquer, c'est-à-dire examiner si ce sont bien des exceptions à la règle générale, et non pas plutôt des variétés dans l'application des grandes lois de la nature. A mesure que l'Astronomie progresse, nous voyons en effet les mondes les plus éloignés, comme les plus voisins, obéir aux mêmes forces et rendre chaque jour plus éclatante cette grande loi de la création, la variété dans l'unité. La même force qui fait tomber une pierre à la surface de la Terre fait tourner l'une autour de l'autre les étoiles les plus lointaines, et le jour n'est peut-être pas très éloigné où l'on

trouvera qu'elle régit aussi le mouvement de notre Soleil au milieu des autres étoiles.

Or, Messieurs, l'Astronomie ne se borne pas aujourd'hui à constater l'état actuel de l'univers et à vérifier dans ses moindres détails l'application à cet état actuel des forces de la Mécanique céleste. A la suite de Kant, de Buffon et de Laplace, elle veut remonter aux origines, et, prenant la matière primitive telle qu'elle est sortie des mains du Créateur, l'Astronomie cherche à comprendre comment les propriétés données par Dieu à cette matière ont agi pour la transformer et l'amener, par une série d'évolutions qui sont la conséquence de ces propriétés, à son état et à sa forme actuelle. L'hypothèse cosmogonique, d'abord simple roman éclos dans l'imagination des philosophes et des naturalistes, a pris entre les mains de Laplace une forme plus scientifique et plus concrète; et aujourd'hui les plus grands esprits ne dédaignent pas d'en poursuivre le développement mathématique, tantôt pour signaler d'heureuses concordances avec les faits observés, tantôt pour appeler au contraire l'attention sur les points difficiles et les désaccords apparents ou réels de l'hypothèse et de la nature.

L'existence du premier satellite de Mars, Phobos, dans les conditions que je vous ai dites, est précisément un de ces points difficiles, où le désaccord semble exister absolu entre l'hypothèse de Laplace et le fait. Laplace dit en effet, dans la célèbre Note septième de son *Exposition du système du monde* : « Tous les corps qui circulent autour d'une planète ayant été, suivant cette hypothèse, formés par les zones que son atmosphère a successivement abandonnées, et son mouvement de rotation étant devenu de plus en plus rapide, la durée de ce mouvement doit être moindre que celle de la révolution de ces différents corps. » Ainsi un satellite, né de l'atmosphère d'une planète, ne peut, suivant Laplace, tourner autour d'elle en un temps moindre que celui de la rotation de cette planète. Or voici que Phobos tourne en sept heures autour de Mars, dont la rotation est de vingt-quatre heures : donc l'hypothèse de Laplace est fausse, ou bien le satellite de Mars a une autre origine que celle que Laplace assigne à ce genre de corps.

Tel fut, Messieurs, le dilemme qui se posa dans l'esprit des astronomes au mois d'août 1877. Les *uns*, admettant carrément que Phobos était un satellite hors la loi, le considérèrent comme de formation récente. C'était une de ces petites planètes si nombreuses précisément aux alentours de Mars que celui-ci avait recueillie dans sa course, à un moment où elle s'approchait de lui inconsidérément. C'était encore une masse lancée du sein même de la planète par une prodigieuse

explosion volcanique. Ces deux hypothèses avaient, vous le voyez, l'avantage d'expliquer pourquoi, antérieurement à 1877, aucun astronome n'avait pu voir les satellites de Mars. Mais, au point de vue mécanique, elles ne supportaient pas l'examen : les conditions initiales pour qu'un corps ainsi attiré décrive comme satellite une orbite circulaire sont tellement étroites, qu'il est à peu près impossible de les voir se réaliser. Une pierre lancée d'un point de la surface de Mars reviendrait, à chaque révolution, passer par son point de départ. Et surtout, il existe entre les mouvements de Phobos et de Deimos une relation semblable à celle qui relie les mouvements des satellites de Jupiter : quatre fois le moyen mouvement de Deimos donne exactement celui de Phobos ; il est donc impossible de les séparer à leur naissance et d'en faire les enfants du hasard. Il faut donc chercher ailleurs.

Remarquez, Messieurs, que Laplace, lorsqu'il a énoncé son hypothèse cosmogonique, l'a fait « avec la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point un résultat de l'observation ou du calcul » (*Exposition*, t. II, p. 510). Il n'a donc rien calculé, et, se contentant d'une esquisse générale des grands traits de cette conception, il a laissé à d'autres le soin d'en déduire toutes les conséquences mathématiques et de la compléter, pour lui faire rendre compte, s'il est possible, de tous les faits déjà connus ou à découvrir. Ce n'est donc pas à Laplace lui-même qu'il faut demander d'éclairer la mystérieuse origine des satellites de Mars. Il est certain que la formation et la rupture d'un anneau de matière nébuleuse, sur le pourtour extérieur de l'atmosphère très étendue qui constituait Mars à son origine, ne peuvent rendre compte de l'existence de Phobos.

Cependant, le texte même de Laplace contient le germe d'une première explication. Il écrit ceci à propos des satellites de Jupiter (p. 567) : « Dans notre hypothèse, les satellites de Jupiter, immédiatement après leur formation, ne se sont point mus dans un vide parfait ; les molécules les moins condensables des atmosphères primitives du Soleil et de la planète formaient alors un milieu rare dont la résistance différente pour chacun de ces astres, etc. » Il y avait donc, autour de Mars et dans l'espace dans lequel il entraînait avec lui ses satellites, un milieu résistant, dont l'action a pu rétrécir peu à peu l'orbe de chacun des satellites, en même temps que s'accroissait leur vitesse de révolution. Mais cette action n'a pas toujours duré, sans quoi les deux satellites auraient fini par se précipiter sur la planète. Il faut donc, avec M. Kirkwood, qui a développé cette théorie, admettre que cette sorte d'atmosphère résistante a disparu, soit parce qu'elle s'est contractée plus vite que l'orbe même du satellite, soit par suite de la même action qui a produit une sorte de vide sur le chemin de chacune des

grosses planètes. Mais, pour préciser la nature de ce milieu résistant et son mode de disparition, remarquons, avec M. Faye, qu'un milieu formant atmosphère autour de la planète et tournant avec elle ne serait pas un milieu résistant pour un satellite situé dans son intérieur et tournant aussi comme elle. Nous pouvons supposer d'abord que cette résistance au mouvement avait sa cause dans l'existence d'une multitude de corpuscules circulant autour du Soleil dans le voisinage de Mars, comme les bolides et les étoiles filantes actuelles, et qui n'étaient que les résidus de l'anneau de Laplace, échappés à la condensation qui a formé Mars lui-même. En raison de la différence de vitesse de ces corpuscules suivant leur distance au Soleil, et aussi en raison du sens dans lequel ils étaient rencontrés par le satellite entraîné avec Mars et circulant autour de lui, des chocs multipliés devaient se produire, qui rétrécissaient peu à peu l'orbe du satellite. L'existence de nombreux corpuscules dans la région de l'orbite de Mars n'a rien qui doive nous surprendre; la nébuleuse solaire venait de subir cet étrange changement de constitution qui avait fait succéder à d'énormes planètes, comme Saturne et Jupiter, la poussière de planètes qui sème l'espace entre Mars et Jupiter; il n'est donc pas étonnant que la région même de Mars présentât encore les traces de cette résolution de l'anneau en une multitude de corpuscules, dont Mars est le plus gros.

Mais ces corpuscules n'ont pas subsisté sous forme d'anneau par les mêmes causes qui détruisent peu à peu les essaims d'étoiles filantes, à savoir l'action même de Mars, et aussi les actions mutuelles des particules. Peu à peu le vide s'est produit sur le chemin de Mars et de ses satellites, qui se seront trouvés ainsi fixés à la distance actuelle.

On peut aussi, avec M. Kirkwood, considérer le milieu résistant comme formé de corpuscules tournant autour de la planète à la façon des anneaux de Saturne, chacun avec sa vitesse propre dépendant de sa distance au centre du mouvement. Un corps relativement gros, placé au milieu d'un pareil tourbillon, est sans cesse exposé à des chocs qui lui enlèvent une partie de sa vitesse et rétrécissent par suite son orbite. En même temps l'anneau se détruit peu à peu par les actions réciproques de ses éléments, et, après quelque temps, le satellite circule dans le vide.

N'avons-nous pas sous les yeux une destruction semblable des anneaux de Saturne? La comparaison de la largeur totale de l'anneau à la distance comprise entre son bord intérieur et la planète fait voir d'une manière irréfutable que, depuis l'époque d'Huygens et de Pound jusqu'à nos jours, cette distance a été progressivement en diminuant. Avec la vitesse de diminution actuelle, en 1976, le bord intérieur de l'anneau

viendra toucher la planète. Et en même temps, une modification profonde semble se produire dans la structure de ces anneaux.

En 1789, avec son énorme télescope, W. Herschel limitait le système au bord intérieur du deuxième anneau. En 1850, Bond, Lassell et Dawes découvraient simultanément un anneau intérieur, de couleur sombre nuancée de pourpre, transparent dans toute sa largeur, qu'on a appelé l'*anneau de crêpe*.

En 1874-75, M. Trouvelot ne voit plus la planète qu'à travers la moitié intérieure de l'anneau; par places celui-ci forme sur la planète des taches sombres. Ne semble-t-il pas que l'anneau de crêpe, invisible encore du temps d'Herschel, visible mais transparent en 1850, ait augmenté graduellement d'épaisseur, aux dépens des autres anneaux, et que nous assistions à l'égrènement continu qui doit amener, dans un avenir peut-être prochain, la destruction totale du magnifique ornement de Saturne?

Combien nous sommes loin, Messieurs, des idées d'éternelle stabilité des systèmes célestes, introduites dans la Science par l'étude purement mathématique des forces! L'application de l'Analyse à l'état actuel du système planétaire nous le montre soumis sans doute à des fluctuations périodiques, mais qui ne menacent en rien son éternelle durée. Elle nous permet de calculer les positions de chacun de ses membres dans le passé le plus reculé comme dans l'avenir indéfini. Mais voici qu'interviennent les notions physiques de la conversion du travail en chaleur, et, à leur lumière, nous voyons une transformation incessante s'opérer dans toute la nature. Les comètes et les étoiles filantes brillent et se perdent, les étoiles se rallument et s'éteignent, les anneaux de Saturne s'égrènent peu à peu et tombent sur la planète, les nébuleuses se transforment. Le monde a perdu son immutabilité, et l'aspect sous lequel nous le voyons n'est qu'une des phases de ses innombrables métamorphoses.

Nous venons de puiser dans le texte même de Laplace une explication possible de l'exception offerte par le satellite intérieur de Mars à la loi posée par ce grand géomètre. L'étude détaillée de l'hypothèse nébulaire en a donné une autre. Laplace, en supposant les planètes et les satellites formés aux dépens d'anneaux détachés sur le pourtour extérieur de la nébuleuse primitive, n'avait considéré qu'une des faces de la question. M. Roche, le savant professeur de Montpellier, a complété ce premier aperçu. Ses recherches sur les atmosphères des astres l'ont conduit à montrer qu'il peut et doit se former aussi de pareils anneaux dans l'intérieur même de la nébuleuse, lorsque

l'astre central est parvenu déjà à un degré convenable de condensation. Il a introduit en même temps dans la théorie la considération nécessaire des marées énormes produites par l'action solaire sur la nébuleuse planétaire; et c'est ainsi qu'il est parvenu d'abord à expliquer la formation de la Lune et les circonstances si curieuses de son mouvement. Les satellites de Mars ont trouvé aussi dans l'existence de ces anneaux intérieurs une origine tout à fait plausible. Et voyez, Messieurs, quel rôle intéressant jouent les nombres dans les théories astronomiques. D'après M. Roche, un anneau de matière nébuleuse ne peut s'agglomérer en un satellite de même densité que la planète, si son rayon est inférieur à deux fois et demie le rayon de la planète. C'est pour cela, disons-le en passant, que les anneaux qui entourent Saturne, à une distance au plus égale à cette limite, ont persisté sous forme d'anneaux pulvérulents: confirmation très curieuse de l'exactitude des conceptions de M. Roche. Mais, lors de la découverte des satellites de Mars, la distance assignée à Phobos par M. Hall n'était que de 2,33 rayons de la planète. Était-ce encore une anomalie? Non, Messieurs, les observations ultérieures ont fait voir que cette distance doit être portée à 2,77, qu'elle est, par conséquent, supérieure à la distance limite posée par les calculs de notre savant collègue.

Nous voici arrivés, Messieurs, à notre but. Les satellites de Mars ne sont pas nouveaux dans le ciel; si on ne les a pas découverts plus tôt, c'est qu'on les a peu ou mal cherchés, et que les conditions de l'observation étaient moins favorables qu'en 1877. Ce sont des corps très singuliers par les circonstances de leur mouvement, comme il convenait au cortège d'une planète née après un bouleversement profond de la nébuleuse solaire. Mais ils n'ont pas été soustraits, dans leur formation, aux lois déduites de l'hypothèse cosmogonique de Laplace, convenablement comprise. Nous pouvons donc, en terminant, répéter que sans doute il n'y a rien de nouveau sous le soleil; mais le spectacle du monde nous réserve néanmoins encore bien des surprises, par l'infinie variété de ses éléments groupés sous l'harmonieuse unité de ses lois.

Influence du relief du sol sur la chute de la grêle.

Dans une étude sur les orages dans le département de la Gironde, publiée récemment, M. Lespiault examine l'influence qu'exerce la configuration du sol sur la chute de la grêle. Par l'examen des bulletins et des cartes d'orages, dit-il, on reconnaît facilement que, toutes choses égales, les vallées sont plus frappées que les coteaux et les plateaux voisins. Il

semble qu'une certaine profondeur du sol au-dessous des nuages soit nécessaire pour que la formation ou la chute de la grêle puisse s'opérer sans obstacle. D'autre part, les directions des vallées traversées ont une influence marquée sur la direction des nuages qui passent au-dessus, bien qu'elles n'occasionnent qu'une déviation momentanée et qu'après les avoir suivies un certain temps les nuages se trouvent entraînés de nouveau dans la direction générale du tourbillon qui les porte. Par exemple, une vallée se trouve-t-elle dans l'axe de la zone de grêle ou peu inclinée sur cet axe, les nuages à grêle semblent entraînés dans cette vallée comme des feuilles mortes poussées par le vent dans un fossé. Se rencontre-t-il un éperon qui subdivise la vallée en deux autres, l'orage se subdivise aussi en deux branches, et les deux vallées secondaires sont ravagées à leur tour, du moins dans toute l'étendue qui se trouve dans l'intérieur de la zone de grêle. Les vallées transversales à cette zone ont elles-mêmes une assez grande influence, bien que moins marquée. Lorsque les nuages viennent à passer au-dessus, ils paraissent avoir une tendance à s'abaisser, à s'épancher pour ainsi dire des deux côtés de la zone, de sorte que cette zone est plus large dans les vallées que sur les plateaux, et partant les ravages sont plus considérables. On pourrait donner une image physique du phénomène de la grêle en répandant une traînée régulière de sable sur un sol raboteux. Cette traînée figurerait le phénomène tel qu'il se présente sur une carte où l'on se borne à marquer d'un point noir chacune des communes atteintes. Mais, si l'on veut voir le phénomène tel qu'il est réellement, il faut passer la main sur cette coulée de sable, de manière à le faire pénétrer dans les ornières. On aura ainsi une représentation approchée des ravages proportionnels produits par la grêle.

(*La Nature.*)

MM. Jacobs et Chatrian adressent à l'Association un intéressant volume qu'ils viennent de publier chez l'éditeur J. Seppré et ayant pour titre : *Monographie du diamant.*

L'Association a également reçu de M. A. Lancaster, météorologiste inspecteur à l'Observatoire de Bruxelles, un important travail ayant pour titre : *Discussion des observations d'orages faites en Belgique pendant l'année* 1878; *Notes pour servir à l'étude générale des orages.*

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

---

27 FÉVRIER 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 48.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 5 MARS, A LA SORBONNE.

M. le Dr **Regnard**, professeur à l'Institut national agronomique, directeur adjoint du Laboratoire de Physiologie de l'École des Hautes Études : Sommeil et Somnambulisme.

Considérations générales sur la faune carcinologique des grandes profondeurs de la mer des Antilles et du golfe du Mexique; par M. **Alph. Milne Edwards**, membre de l'Institut.

Les progrès que les recherches sous-marines ont fait faire à la Zoologie dépassent ce que l'on pouvait espérer, et, chaque jour, des faits nouveaux s'ajoutent à ceux qui étaient déjà connus. Les mers les mieux explorées et sur lesquelles les naturalistes croyaient n'avoir plus rien à apprendre ont donné lieu à des découvertes inattendues aussitôt que l'on fouillait les couches que les pêcheurs n'atteignent pas d'ordinaire.

J'ai déjà eu l'occasion d'entretenir l'Académie des résultats obtenus l'été dernier, à bord du *Travailleur*, sur la côte septentrionale de l'Espagne, et j'ai insisté sur la différence qui existe entre la population animale des grands fonds et celle de la surface ou des rivages. Quand on en compare les représentants, il semble que l'on ait sous les yeux deux faunes distinctes, et n'appartenant ni aux mêmes temps, ni aux mêmes climats. L'importance de ce fait n'échappera à personne, et les géologues, dans la détermination de l'âge d'un terrain, devront en tenir grand compte. En effet, il se forme aujourd'hui, dans les mêmes mers, des dépôts dont la contemporanéité ne saurait être mise en doute et qui contiennent les restes d'êtres tout à fait dissemblables. Les animaux des dépôts littoraux se rapportent à des types plus élevés en organisation, ceux des

assises profondes ont un caractère plus ancien; quelques-uns d'entre eux présentent avec les fossiles de l'époque secondaire d'incontestables affinités, d'autres rappellent l'état larvaire de certaines espèces actuelles.

Les études que je viens de faire des Crustacés de la mer des Antilles et du golfe du Mexique m'ont donné des résultats intéressants, et je crois utile d'en dire quelques mots.

Les matériaux de travail que j'ai eus à ma disposition étaient nombreux et variés, car M. Alexandre Agassiz avait eu l'obligeance de m'envoyer, pour les déterminer, tous les Crustacés recueillis par les expéditions de la marine des États-Unis pendant les années 1877, 1878 et 1879. Un navire spécial, le *Blake*, avait été armé pour exécuter des dragages profonds, et les récoltes qu'il a obtenues ont été des plus fructueuses. J'ai terminé aujourd'hui l'examen de tous les Décapodes brachyures, des Anomoures et des Macroures cuirassés; j'en ai donné la description dans le *Bulletin du Musée de Zoologie comparée de Cambridge* (1), et, traitant maintenant la question à un autre point de vue, je me bornerai à indiquer ici les résultats généraux auxquels je suis arrivé.

Le nombre des espèces recueillies est beaucoup plus grand qu'on aurait pu le supposer d'après ce que l'on savait sur cette partie de la faune : il s'élève, pour les seuls groupes que je viens d'énumérer, à deux cent quatorze, dont cent cinquante-trois sont nouvelles pour la Science. Quarante de ces espèces étaient trop différentes des formes déjà connues pour pouvoir trouver place dans les genres existants, et j'ai dû les considérer comme les types de divisions génériques nouvelles. Cette variété d'espèces est d'autant plus remarquable, que, il y a cinquante ans, c'est à peine si dans ces mêmes régions on avait indiqué l'existence d'une vingtaine d'espèces de Crustacés.

Certains groupes que l'on avait crus étrangers aux mers américaines sont au contraire extraordinairement abondants à ces grandes profondeurs. Telle est la famille des Galathéens, dont j'ai reconnu quarante et une espèces de formes très variées et que j'ai dû répartir en huit genres différents. Les uns comptent des représentants dans presque toutes les mers; ce sont des *Galathea* et des *Munida*. Les autres n'avaient jamais été trouvés; parmi ces derniers je signalerai :

(1) *Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico and in the Caribbean sea*, 1877, 1878, 1879, *by the United States Coast Survey, steamer* Blake, *lieut.-commander C. D. Sigsbee, U. S. N., and commander J. R. Bartlett, U. S. N. commanding.* — *Études préliminaires sur les Crustacés;* par M. Alph.-Milne Edwards (Ire Partie) (*Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*, t. VIII, n° 1).

1° Les *Galacantha,* dont la carapace est armée en dessus et sur les côtés de grandes épines en forme de sabres;

2° Les *Galathodes,* dont les yeux sont très petits et à cornéules incomplètes;

3° Les *Orophorynchus,* dont les pédoncules ophtalmiques sont très réduits, épineux, et peuvent en partie se cacher sous le rostre;

4° Les *Elasmonotus,* dont la carapace est dépourvue de dents ou d'épines;

5° Les *Diptychus,* dont l'abdomen, deux fois plié sur lui-même, se cache sous le sternum;

6° Enfin les *Ptychogaster,* fort semblables aux précédents, mais dont les pattes ont une longueur insolite.

Les Crabes proprement dits, ou Décapodes brachyures, n'habitent jamais les très grandes profondeurs de la mer Caraïbe; ils abondent sur les rivages. On en trouve encore, jusqu'à 500^{m} au-dessous de la surface, de nombreuses espèces, mais généralement de petite taille; au delà ils semblent disparaître. Cependant, à 800^{m} a été pêché un Crabe à carapace quadrilatère, que j'ai désigné sous le nom de *Bathyplax* et qui représente dans ces mers les *Gonoplax* de nos côtes; mais ses yeux sont atrophiés, dépourvus de cornéules, ses orbites sont rudimentaires, et il est aveugle. Dans les grandes profondeurs pullulent au contraire, les Crustacés anomoures et macroures. On a trouvé jusqu'à 3500^{m} des représentants du genre *Willemœsia,* ces singuliers Macroures qui reproduisent presque complètement les formes des Éryons des terrains jurassiques, mais qui sont aveugles, tandis que les yeux de ces derniers paraissent avoir atteint leur développement ordinaire. Sur un fond de plus de 4000^{m}, la drague a ramené quelques Galathéens de formes très remarquables, et que j'ai rangés dans le nouveau genre *Galathodes.*

Ce qui excite surtout l'étonnement, c'est l'infinie variété des formes zoologiques, qui rend souvent presque impossible l'application des classifications considérées jusqu'à présent comme les mieux établies. En effet, les types de transition abondent et l'on trouve des intermédiaires entre des groupes que l'on était habitué à considérer comme très différents.

La famille des Pagures ou Bernards-l'Ermite, rangée par les zoologistes les plus autorisés dans le groupe des Anomoures, ne comptait jusqu'à présent que des espèces toutes très semblables entre elles, quoique fort nombreuses et sans aucun lien direct avec les Macroures. Les dragages américains m'ont fourni des formes inattendues qui rattachent les Pagures aux Thalassiniens.

Tel est le *Pylocheles Agassizii,* dont l'abdomen, au lieu d'être mou et dissymétrique comme celui des Pagures, est formé d'an-

neaux solides, réguliers, et est terminé par une nageoire symétrique. Ce Crustacé vit dans des trous de rochers, dont il ferme l'entrée au moyen de ses pinces, qui, lorsqu'elles sont jointes par leur bord interne, constituent un opercule très parfait.

Les *Mixtopagurus* diffèrent moins des Pagures, car l'abdomen, plus développé du côté droit que du côté gauche, est divisé en sept articles bien distincts et mobiles, dont les cinq premiers sont incomplètement calcifiés, mais dont les derniers sont grands et durcis.

Chez les *Ostraconotus*, la carapace est entièrement coriace et l'abdomen est si réduit, que pour soutenir ses œufs la femelle se sert de ses pattes de la quatrième paire, dont le pénultième article, élargi en palette, forme une sorte de plancher au-dessous du paquet d'œufs.

Les *Catapagurus* établissent le passage entre les précédents et les *Spiropagurus*; leur abdomen est encore très petit, mais contourné, et il est logé dans des coquilles minuscules dont les dimensions contrastent avec la taille de la carapace et des pattes, qui restent en dehors.

On remarque aussi chez quelques-uns de ces Crustacés des adaptations curieuses à un genre de vie spécial. Ainsi l'*Eupagurus discoidalis*, qui habite les coquilles des Dentales, se sert de l'une de ses pinces comme d'un opercule circulaire et parfaitement moulé sur l'orifice de la demeure qu'il doit clore.

Les *Xylopagurus* méritent d'attirer l'attention. Ils n'ont jamais été trouvés que dans des trous creusés dans des morceaux de bois; que ce soit un roseau, un jonc ou une branche quelconque, ces cavités sont toujours ouvertes aux deux bouts, et l'animal ne s'y introduit pas à reculons, comme le font les Pagures ordinaires, mais il y pénètre directement, et, quand il est dans son logis, les pinces se présentent toujours à l'un des orifices, l'autre étant complètement fermé par l'extrémité de l'abdomen, transformée en un bouclier operculaire.

La famille des Dromies, si distincte jusqu'ici de celle des Homoles, s'y relie maintenant par le genre *Homolodromia*, dont les pattes ressemblent aussi à celles des Dorippes.

Les *Acanthodromia* sont intermédiaires aux Dromies et aux Dynomènes; ils ont les pièces de la bouche, les yeux et les antennes des premiers, mais les pattes ambulatoires des seconds; leur corps est hérissé d'épines nombreuses qui leur donnent l'aspect d'une châtaigne.

Les *Dicranodromia* ont la carapace plus étroite que celle des Dromies ordinaires; sa forme rappelle celle de certains Crustacés fossiles des terrains secondaires dont on a formé le genre *Ogydromites*; les pattes sont très longues, comme celles des Homoles.

Les *Homolopsis* ont aussi le corps plus arrondi et plus étroit que celui de ces derniers Crustacés, et ils se rapprochent par ce caractère des Dromiens; mais leurs yeux sont presque atrophiés.

Les Homoles véritables sont représentées par deux espèces, dont l'une ne m'a paru différer en rien de l'*H. spinifrons,* qui jusqu'ici n'avait été trouvée que dans la Méditerranée. Ce serait un exemple de plus de l'extension géographique immense que prennent certains animaux des grandes profondeurs.

Les *Cymopolia,* dont une espèce habite aussi la Méditerranée, en comptent huit dans la mer des Antilles. Quelques-unes d'entre elles se rattachent aux Dorippes par l'intermédiaire des *Cyclodorippes* et du *Cymonomus,* et ces derniers Crustacés, qui sont complètement aveugles, ont, d'autre part, des affinités étroites avec les Éthuses.

Ce genre *Ethusa,* que l'on croyait confiné dans la Méditerranée, doit aussi être inscrit au nombre de ceux des mers américaines; en effet, j'ai reconnu parmi les Crustacés des récifs de la Floride une espèce que j'ai désignée sous le nom d'*Ethusa americana* et qui ne diffère de l'*Ethusa mascarone* que par des caractères peu importants.

Les exemples que je viens de citer suffisent pour donner une idée de l'intérêt qui s'attache à l'étude des animaux des grandes profondeurs. Ces recherches bathymétriques ne font que commencer et, quand on compare la faible étendue sur laquelle les dragues ont été traînées aux espaces immenses qui n'ont jamais été fouillés, quand on réfléchit aux causes multiples qui rendent encore inaccessibles à nos moyens d'investigation les retraites de certains animaux, on acquiert la conviction que les résultats obtenus ne sont qu'une bien petite part de ceux que nous réserve l'avenir. On ne saurait donc trop attirer l'attention des hommes de science de tous les pays sur l'utilité qu'il y aurait à coordonner leurs efforts et à entreprendre des fouilles méthodiques dans les mers dont l'accès leur est le plus facile. Nos cadres zoologiques présentent aujourd'hui tant de lacunes, qu'il est impossible de comprendre le plan d'ensemble qui a présidé au groupement des êtres. Les découvertes paléontologiques d'une part et d'autre part celles que nous promettent les explorations sous-marines combleront peu à peu ces vides et permettront peut-être un jour aux naturalistes de saisir les relations qui existent entre les divers animaux.

La France n'est pas restée indifférente à ces recherches. L'Académie a entendu dernièrement les intéressants détails que M. de Lacaze a donnés sur l'organisation de son laboratoire de Roscoff et sur les travaux qui y avaient été accomplis.

Pour ma part, je suis heureux de pouvoir annoncer que l'expédition faite l'an dernier par le *Travailleur* dans le golfe de Gascogne ne sera pas la dernière de ce genre, et que, cet été, le même navire entreprendra dans la Méditerranée une série de dragages dont j'aurai l'honneur de rendre compte.

GRANDS TRAVAUX PUBLICS. — NOUVEAU CANAL DE L'EST, FAISANT COMMUNIQUER LA SOMME A LA MEUSE.

Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Lalanne, en déposant sur le bureau un Ouvrage de M. Picard sur le canal de l'Est, a donné sur l'établissement de cette voie navigable des renseignements d'un grand intérêt, que nous nous empressons de reproduire ici.

Avant 1870, la navigation intérieure de notre région de l'Est s'opérait sur deux importantes artères : l'une, le canal du Rhône au Rhin, à peu près parallèle à la frontière ; l'autre, le canal de la Marne au Rhin, sensiblement perpendiculaire à cette frontière. Toutes deux aboutissaient à Strasbourg et, par la rivière d'Ill, au grand fleuve limite séculaire de la Gaule et de la Germanie. La guerre fatale de 1870, en reculant notre frontière jusqu'aux Vosges, a coupé les extrémités de ces voies convergentes, nous enlevant un grand arc formé aux dépens des deux lignes, et dont la direction générale du nord à l'est et au sud passe par ou près Moussey, Gondrexange, Sarrebourg, Saverne, Strasbourg, Schlestadt, Colmar, Mulhouse et Valdieu, à l'est de Belfort. Il ne pouvait plus être question de commercer avec Strasbourg, dont on est séparé par un parcours de plus de 100^{km}, placé tout entier sous un joug étranger. Le mouvement sur les tronçons qui nous restent était donc restreint, se réduisant à un trafic local. Il pouvait même être entièrement paralysé sur le canal de la Marne au Rhin, car le point de partage de Gondrexange à la traversée des Vosges est aux mains des Allemands, et l'alimentation des biefs du versant occidental de la chaîne, resté français, devenait précaire. Une convention internationale, il est vrai, était intervenue relativement au partage des eaux et assure à notre versant de la Meurthe 1^{m},60 de tirant d'eau, sauf pendant le chômage annuel ; mais l'utilité en était singulièrement amoindrie par une double cause. Les Allemands établissent leurs chômages pendant la saison des basses eaux, plus favorable à l'exécution des travaux de réparation. L'Administration française, au contraire, soucieuse des intérêts commerciaux, a depuis longtemps adopté, pour la région de l'Est, l'usage des chômages d'hiver, malgré l'aggravation notable des difficultés et des dépenses qu'ils entraînent pour les travaux. Elle s'est en outre décidée à porter à 2^{m} effectifs le tirant d'eau de toutes les lignes navigables,

qui n'était jusqu'alors que de $1^{m},60$. Le chômage au bief de partage d'un côté, l'augmentation de la dépense d'eau due à l'accroissement du mouillage d'autre part, auraient donc rendu absolument insuffisante, pendant toute la période estivale, l'alimentation dispensée d'une manière parcimonieuse par le bief de partage.

Mais une grande idée vint à surgir, sous la pression même de la triste situation qui nous était faite. Un habile ingénieur, M. Frécot, aujourd'hui inspecteur général des Ponts et Chaussées, conçut le projet de rétablir, en arrière et parallèlement à la nouvelle frontière, des voies navigables de nature à remplacer avantageusement au profit du territoire mutilé les voies interceptées à notre détriment. On reprenait ainsi l'antique tradition qui attribue à Lucius Vetus, campé aux frontières de la Germanie pendant le règne de Néron, l'intention d'opérer la jonction de la Méditerranée et de la mer du Nord par le moyen d'un canal entre la Moselle et la Saône. On la complétait par la jonction à la Meuse améliorée, en empruntant d'ailleurs sur 20^{km} de longueur une partie du canal de la Marne au Rhin. Le nouveau canal de l'Est ainsi conçu commence sur la Meuse, à la frontière belge, un peu au-dessous de Givet, dessert Mézières, Sedan, Commercy, Toul, Nancy (par un embranchement), passe près d'Épinal, et aboutit à Port-sur-Saône, offrant un développement de 468^{km} de longueur, y compris l'emprunt de 20^{km} fait au canal de la Marne au Rhin, sans compter la courte branche de Nancy, dont l'établissement a permis de pourvoir économiquement cette ville d'une nouvelle distribution d'eau.

La dépense totale devait s'élever à 100 millions. Ce n'était pas payer trop cher, assurément, l'établissement d'une artère pareille, qui établit la jonction du sud au nord et de l'ouest à l'est, entre les extrémités de notre territoire mutilé, et qui offrirait, au besoin, sur une partie au moins de son parcours, une formidable ligne de défense. Mais les caisses de l'État, des départements et des villes étaient vides; le pays occupé par l'ennemi était épuisé; il fallait pourvoir à la rançon qui nous était imposée.

On ne s'arrêta devant aucun de ces obstacles. Aidé par un personnel d'élite, M. Frécot, soutenu aussi par le concours actif d'un ingénieur qui, à la suite des services rendus pendant la guerre, occupait une haute situation politique, M. Varroy, ne tarda pas à faire reconnaître à tous l'utilité de l'entreprise. Mettant à profit une des dispositions de la loi libérale du 10 août 1871, qui autorise les départements à s'entendre pour assurer l'exécution des travaux d'un intérêt commun, les cinq départements traversés par la ligne projetée constituèrent un syndicat qui se chargea de l'avance des fonds nécessaires. Ces

fonds étaient empruntés par le syndicat à un taux supérieur à celui que l'État payait pour les avances qu'on lui faisait ainsi, et qu'il ne devait rembourser que par des payements échelonnés sur un espace de vingt ans. Un péage de 0fr,005 par tonne et par kilomètre était entièrement affecté au remboursement de la différence d'intérêts, et, pour le cas d'insuffisance présumée, les villes et les principaux industriels de la contrée vinrent apporter leur concours et s'engager à combler, s'il y avait lieu, le déficit annuel. Cette énergie au lendemain des plus affreux revers, ces patriotiques efforts ne tardèrent pas à produire leurs effets et à recevoir leur récompense. Les travaux commencés successivement sur toute l'étendue de la ligne sont complètement achevés depuis plus d'un an sur le cours de la Meuse jusqu'au canal de la Marne au Rhin. Ils sont très avancés des deux côtés du grand bief de partage de Bouzey près d'Épinal, à la traversée de la chaîne des monts Faucilles, et l'œuvre entière sera terminée dans moins de deux ans. Les houilles belges peuvent donc venir directement, depuis quelque temps déjà, alimenter les usines à fer du groupe de Nancy; en retour, nous livrons des pierres, bientôt sans doute du minerai. Les produits bruts ou fabriqués de ce bassin si riche sont expédiés en France dans toutes les directions. Et tous ces avantages ont été acquis sans qu'on ait été obligé de faire appel aux garanties si généreusement souscrites par les populations de l'Est. La prospérité de nos finances permet à l'État d'effectuer aujourd'hui le remboursement anticipé des avances faites par le syndicat; une loi de 1880 a autorisé le Trésor à se libérer avant les termes d'échéance convenus.

On a rencontré dans l'exécution de ce grand travail des difficultés, notamment dans la partie supérieure de la vallée de la Meuse, où les terrains à entamer étaient de très mauvaise nature. Mais la plus grande de toutes les difficultés consiste, en général, à assurer à une ligne navigable et à ses dépendances un approvisionnement d'eau suffisant. L'évaporation, l'imbibition, les fuites à travers les fissures du terrain et les entre-bâillements des portes d'écluse, la consommation à laquelle donnent lieu les éclusées sur les deux versants d'un bief de partage sont autant de causes qui affament le bief. La dernière surtout, à mesure que l'activité de la navigation augmente, peut la rendre impossible. Les ressources alimentaires paraissent devoir être suffisantes au point de partage de Bouzey; elles ne l'étaient pas à Void, sur le tronçon emprunté au canal de la Marne au Rhin, qui sert en même temps de point de partage au canal de l'Est, car on descend de ce bief jusqu'à Toul, pour remonter ensuite la Moselle jusqu'à la hauteur d'Épinal. Il fallait donc pourvoir à une insuffisance qui existait déjà pour le versant de la Meuse du canal de la Marne au Rhin et qui aurait été

singulièrement aggravée par les exigences de la navigation sur le canal de l'Est. On a évalué à 1^{mc} par seconde le volume supplémentaire nécessaire à ce tronçon et aux biefs qui s'y rattachent, tant que le trafic annuel n'y excédera pas 600000 à 700000 tonnes, ce qui n'aura guère lieu avant une dizaine d'années.

On a adopté, pour remédier à cette insuffisance, un parti que les ressources de l'art moderne tendent à rendre usuel : celui d'une alimentation artificielle, à l'aide de machines mues soit par l'eau, soit par la vapeur.

Deux grandes usines hydrauliques ont été établies, l'une à Valcourt, l'autre à Pierre-la-Treiche, dans la vallée de la Moselle. La force motrice, pour l'une comme pour l'autre, est empruntée à la chute de barrages établis dans la Moselle canalisée ; elle s'élève à 320 chevaux-vapeur pour la première, à 270 pour la seconde. L'eau montée se déverse à la partie supérieure du tuyau ascensionnel, dans une simple rigole alimentaire. La chute du barrage agit sur deux turbines du système Girard modifié par feu M. Callon, ingénieur civil. La force transmise sur le pourtour de l'arbre de la turbine a été trouvée de 0,75 à 0,80 de la force motrice ; elle n'est pas descendue à moins de 0,65, mesurée en eau montée : résultats très satisfaisants et qu'il est rare d'obtenir. Un mécanisme ingénieux communique le mouvement de la turbine aux pompes, sans engrenages, à l'aide d'un essieu coudé. Ces pompes sont à pistons plongeurs, animés d'une vitesse de $0^{m},40$ par seconde. Le refoulement s'opère jusqu'à 40^{m} de hauteur; des réservoirs d'air jouent leur rôle ordinaire pour assurer la régularité des efforts dans la colonne d'aspiration comme dans la colonne de refoulement.

A Vacon, où la force motrice naturelle manquait, on a établi des machines à vapeur de la force de 250 chevaux, mesurée en effet réellement produit par l'eau montée. On a adopté un mode de distribution dérivé du système Ingliss et, comme dans les machines hydrauliques, une action directe du moteur sur les pistons des pompes. La marche a lieu sous une pression de 5^{atm}, à grande détente, avec une vitesse moyenne de piston de $1^{m},70$ par seconde, vitesse exceptionnelle et précisément égale à l'étendue de la course, qui est de $1^{m},70$, ce qui donne trente coups complets par minute. Les clapets sont du système Girard, modifiés en ce sens qu'au lieu de couvrir une ouverture centrale ils s'appliquent sur une ouverture annulaire concentrique à leur axe. Leur mouvement est réglé de manière que l'ouverture et la fermeture ne s'opèrent que graduellement. Grâce à ces perfectionnements et aux soins qui ont présidé à la construction, les machines ne consomment pas plus de 1^{kg} de charbon par force de cheval et par heure.

Le bief du canal de la Marne au Rhin qui forme bief de partage pour le canal de l'Est étant ainsi alimenté à ses deux extrémités, les ingénieurs ont eu l'heureuse idée d'y organiser l'alimentation de manière à développer des courants alternatifs dirigés dans le sens de la marche des bateaux à la traversée du souterrain de Foug et à accélérer ainsi la progression de ces bateaux. La vitesse de ces courants est de 300^{m} environ par heure.

Les habiles ingénieurs chargés des projets et de l'exécution de ces travaux ont pensé que de pareilles installations devaient être mises à profit pour fournir à la Science et à l'Art des données expérimentales; aussi ont-ils préparé par de longues études préliminaires et fait ensuite avec le plus grand soin les expériences qui ont déterminé les chiffres exacts des rendements. Pour les machines hydrauliques, surtout, il y a des difficultés particulières consistant à jauger très exactement le débit du canal d'amenée de l'eau motrice. On n'a donc pas admis les procédés empiriques d'approximation, dont peut se contenter l'industrie privée, mais que ne comportait plus une expérience d'un caractère scientifique tentée avec les ressources dont dispose un grand service public.

On a taré d'abord avec d'extrêmes précautions les instruments qu'on voulait employer à mesurer la vitesse du courant en différents points de la section mouillée. On n'a pas tardé à reconnaître que le tube de Pitot, même modifié par Darcy, donnait lieu à de grandes difficultés de lecture pour les vitesses ordinaires et ne pouvait fournir d'indications utiles qu'à de grandes vitesses qui ne devaient pas se produire dans les expériences. Le moulinet de Woltmann, au contraire, a donné d'excellents résultats. Les lectures y ont été faciles, et la variation du coefficient qui lie le nombre de tours à la vitesse réelle du courant a marché suivant une loi très régulière.

Les canaux où coulait le liquide ont été disposés suivant des gabarits très réguliers, à parois tantôt maçonnées, tantôt formées de simples berges en terre, nues ou herbées. Préalablement aux expériences, on a opéré avec des règles très exactement graduées le mesurage des diverses dimensions en un certain nombre de profils suffisamment rapprochés; on a divisé la section de chacun d'eux en rectangles et en trapèzes au moyen d'un quadrillage régulier, et l'on a observé la vitesse au moyen du moulinet au centre de chacune des divisions de ce quadrillage. Ce n'est qu'après un grand nombre d'expériences, dont les données ont été mises à profit, qu'on a introduit des simplifications dans cette manière d'opérer si rigoureuse. Les eaux élevées par les machines étant reçues d'abord dans des rigoles servant de réservoirs et préalablement jaugées, on a pu, par l'observation du temps nécessaire au

remplissage, calculer exactement l'effet utile en eau montée. On a été à même d'employer aussi le jaugeage par déversoirs et, par la comparaison avec le mesurage direct des volumes, de vérifier les formules de M. Lesbros.

On a mis encore à profit ce champ d'expériences intéressantes pour contrôler les coefficients obtenus par MM. Darcy et Bazin. On n'a trouvé de différences sensibles ni pour les rigoles à parois maçonnées ni pour les rigoles à parois de terre non herbées. Pour les rigoles herbées, au contraire, l'influence retardatrice de la paroi est réellement très appréciable. Quant aux tuyaux neufs de gros diamètre, le frottement des parois intérieures a paru devoir être mesuré par un coefficient qui est la moyenne entre ceux que MM. Darcy et Bazin avaient obtenus pour les tuyaux neufs et pour les vieux. Le degré d'impureté de l'eau exerce, sur la vitesse d'écoulement, toutes choses égales d'ailleurs, une influence qui ne paraît pas avoir été indiquée par ces habiles ingénieurs. Les eaux chargées de matières limoneuses en suspension s'écoulent moins vite que les eaux pures.

L'alimentation artificielle de ces belles lignes navigables de l'Est ne dispense pas de l'alimentation naturelle que fournissent de vastes approvisionnements d'eau. On a donc projeté deux grands réservoirs. L'un, celui de Paroy, près de la nouvelle frontière, ne contient pas moins de 1800000^{mc}. Il est établi au milieu de la formation géologique des marnes irisées, sur un terrain tout à fait imperméable; les eaux y sont soutenues par une levée en terre, d'une hauteur maximum de 6^{m},50, doublée intérieurement d'un corroi argilo-sableux revêtu de maçonnerie, et disposée par gradins successifs interrompus par des banquettes. Les eaux pluviales suffisent pour remplir ce réservoir.

Un autre réservoir d'environ 7000000^{mc}, qui doit alimenter à la fois le canal de l'Est, la basse Meuse et une partie du canal de la Marne au Rhin, est projeté à Aouze, sur la haute Meuse, près de Neufchâteau, chef-lieu de sous-préfecture. L'eau qui en coulera par le lit de la Meuse sera, à la rencontre du dernier de ces canaux, remontée par des pompes à vapeur à une hauteur d'environ 5^{m},50 dans le bief de partage formé par le tronçon commun avec le canal de l'Est.

La publication de M. Picard donne la description complète et les dessins d'ensemble de ces ouvrages et des machines employées à l'alimentation du nouveau réseau navigable de l'Est; elle fait connaître le détail des expériences dont on vient d'exposer les principaux résultats et paraît se rattacher dignement à l'histoire de la grande œuvre qui y a donné naissance.

Exploration du glacier de Zaravschan.

Le *Messager officiel* de Saint-Pétersbourg annonce que MM. Mouschkétow et Yvanow ont entrepris cette année l'exploration du glacier de Zaravschan. Cette expédition est la première tentative de ce genre dans les glaciers de l'Asie centrale, et elle doit occuper une place éminente parmi les explorations scientifiques, à cause de ses difficultés et de ses dangers.

On sait que le cours supérieur du Zaravschan traverse une vallée bordée au nord par les chaînes de montagnes du Turkestan et au sud par celles de Guissar. L'angle Est de cette vallée contient un énorme glacier, qui donne naissance au Zaravschan. Toutes les Cartes du Turkestan présentent le mont Kok-Sou comme se trouvant au sommet du glacier et formant une nouvelle élévation, ayant à l'ouest les montagnes du Turkestan et de Guissar, et l'Alaï à l'est. Aucun Européen n'a encore vu ces montagnes, ni même le Tarak, conduisant du Ferganah à Karatéguine, à travers les monts Alaï.

Le glacier de Zaravschan a été visité en 1870 par l'expédition du général Abramow, mais on n'a pu alors explorer que sa partie inférieure. Les conditions politiques dans le pays du haut Zaravschan à cette époque n'ont pas permis de s'avancer plus loin, d'autant plus qu'on manquait de guides et d'engins pour marcher à travers les glaciers. Cependant cette courte inspection a suffi pour prouver que les glaciers du Zaravschan étaient dignes d'une étude spéciale, leur longueur présumée étant de 20 à 30 verstes. L'exploration d'un glacier de cette dimension est très importante et permet de résoudre nombre de questions scientifiques se rapportant à l'Asie centrale en général et aux glaciers de Zaravschan en particulier. La plupart de ces questions ne sauraient être tranchées que par des géologues, et c'est pourquoi aussi l'expédition a été entreprise sous la direction de deux géologues distingués.

C'est une opinion généralement répandue que le climat de l'Asie centrale devient de plus en plus sec. Ce dessèchement de l'air provient sans doute de ce que le bassin aralo-caspien, étant maintenant une mer intérieure, a formé beaucoup de plaines et de déserts inaccessibles à la culture. Ce dessèchement est plus sensible dans la partie occidentale de l'Asie centrale, où le niveau de la mer d'Aral baisse visiblement chaque année.

On ne peut décider *à priori* si le dessèchement s'effectue sur toute la superficie du Turkestan russe, et cependant cette question est très importante, non seulement au point de vue scientifique, mais aussi sous le rapport administratif. Si le dessèchement du climat du Turkestan est chose prouvée, il

s'ensuit que la quantité d'eau dans nos fleuves et nos rivières diminue chaque année. Comme la culture de la terre, dans l'Asie centrale, n'est possible qu'à l'aide d'une irrigation artificielle, il faudrait, le cas échéant, restreindre le nombre des oasis et les remplacer par des pâturages, dont la population essentiellement nomade du Turkestan a le plus besoin. Il va sans dire qu'il ne peut être question alors de peupler le Turkestan par des colons venant de l'intérieur de la Russie.

Les observations sur les glaciers peuvent seules donner une réponse à cette question. Leur étendue dépend de la quantité de neige amoncelée chaque année.

En observant la partie inférieure des glaciers, on pourra se convaincre si leur dimension augmente ou diminue.

Sous ce rapport l'exploration des glaciers du Zaravschan est très importante, vu que ceux-ci touchent de plus près les steppes que les glaciers d'Ak-Schiriak et de Sel-Saï.

La seconde question dépendant de l'exploration des glaciers du Zaravschan est celle de savoir si la surface de l'Asie centrale continue à s'exhausser. Il est connu que, même de nos jours, on croit à l'élévation graduelle du Tian-Schan. Cette opinion est surtout chaleureusement défendue par M. Sévertsew, qui cite à l'appui de son assertion une foule de données recueillies pendant son voyage au Turkestan. De son côté, M. Mouschkétow, qui a visité l'année passée les bouches de l'Amou-Daria, n'a rien remarqué de semblable. Les glaciers du Zaravschan, situés dans la zone intermédiaire entre les steppes et la grande chaîne de montagnes qui donne naissance à l'Amou-Daria, pourront aider à trancher cette question.

L'expédition permettra aussi d'étudier minutieusement la formation de la glace et de la comparer avec celle des glaciers de l'Occident.

Un phénomène très rare est observé dans les glaciers du Zaravschan : c'est qu'ils se joignent l'un à l'autre et forment une espèce de masse compacte de glace. Les glaciers des Alpes sont presque toujours séparés les uns des autres par des crêtes couvertes de neige et non de glace. Cependant, comme très peu de glaciers sont encore explorés, il reste à savoir si les autres offrent la même particularité.

Il est très probable que l'exploration des glaciers du Zaravschan permettra de se prononcer sur le point de savoir si le Turkestan a subi une période glaciaire. Cette question est d'une grande importance pour l'histoire géologique de l'Asie centrale et n'a pas pu être tranchée jusqu'à présent.

L'expédition de MM. Mouschkétow et Yvanow se propose aussi d'explorer les sommets des monts du Turkestan, Guissar et Alaï, et de préciser leurs rapports orographiques.

L'expédition emporte avec elle les engins suivants : deux

baromètres anéroïdes, deux thermomètres, des boussoles, des marteaux, une planchette à poulie et des binocles. Pour marcher sur la glace, les membres de l'expédition sont munis de grosses semelles en bois garnies de clous, de cannes à pointe d'acier, de deux ancres pour sonder les crevasses, de deux traîneaux à main pour le transport des bagages sur les parties unies des glaciers, d'une provision de cordages, etc. Les voyageurs sont en outre pourvus de vêtements chauds, d'une provision d'esprit-de-vin pour faire la cuisine, d'une petite quantité de combustible et de vivres pour dix jours. L'approvisionnement a été calculé dans la prévision que l'étendue des glaciers ne saurait avoir plus de 40 verstes et qu'on pourrait facilement faire chaque jour 4 verstes de chemin.

Pour transporter tous ces bagages, il faudra quinze porteurs, qui auront chacun une charge de 2 pouds. L'expédition est accompagnée de deux djighites et de cinq cosaques armés.

Il est impossible de tracer un itinéraire détaillé de l'expédition, car il est subordonné à une foule de causes indépendantes de la volonté humaine. Le but principal est de parcourir les glaciers dans toute leur étendue et d'en descendre du côté du Ferganah. Il peut arriver cependant que cette route soit impraticable, soit à cause d'une trop grande altitude, soit à cause de la pente trop escarpée des montagnes. L'expédition sera alors obligée de rebrousser chemin et de se diriger sur Paldorak et Obbourdan, ou bien de dépasser les monts Guissar et de descendre sur le territoire de Karatéguine. En vue de cette éventualité, les chefs de l'expédition sont pourvus d'une lettre de recommandation adressée aux autorités de Boukharie par le gouverneur général du Turkestan.

Il faut ajouter encore que, pendant leur séjour dans les glaciers, les chefs de l'expédition ont promis d'envoyer chaque jour à Samarkande des bulletins concernant leurs travaux. Ils ont emmené dans ce but cinq hommes, dont un partira chaque jour pour Paldorak, d'où l'on enverra les lettres au lieu de leur destination. Si le séjour dans les glaciers se prolonge au delà de cinq jours, les membres de l'expédition ont avec eux des pigeons voyageurs pour les envoyer à Obbourdan et Paldorak. Les copies de leurs bulletins seront immédiatement envoyées de Samarkande et publiées dans la *Gazette du Turkestan.*

Dans la séance du 14 octobre de la Société de Minéralogie, M. Mouschkétow a fait une relation de son voyage, que publie la *Voix.*

L'expédition, composée, outre le professeur Mouschkétow, d'un ingénieur des mines, d'un topographe et de cinq Cosaques, longea la vallée de Zaravschan et monta au sommet du glacier, à une altitude de 9000 pieds. La population habitant au pied

du glacier, et connue sous le nom de *Galtchas,* présente un type tout à fait distinct. Ce sont des descendants directs des Persans, d'une civilisation absolument primitive. Ils ne s'occupent pas d'agriculture. Leurs maisons et leurs ustensiles de ménage sont en pierres.

Un village de Galtchas ne ressemble en rien à un village russe : c'est une longue rangée de masures construites en pierres, sans chaux ni ciment. Les toits sont en bois. En fait d'animaux domestiques, le Galtcha n'a que l'ischak, espèce d'âne sauvage, qu'il emploie comme bête de somme. Les Galtchas font toutes leurs excursions à pied; ils sont d'excellents marcheurs.

Quoique habitant le voisinage d'un glacier, ils n'y ont jamais été, d'abord parce qu'une excursion de ce genre leur paraît complètement superflue, puis parce qu'ils le croient infranchissable. Une légende dit que deux poteaux qu'il est impossible d'éviter barrent l'entrée du glacier et écraseraient immédiatement le téméraire qui oserait s'y hasarder. Ce n'est qu'à force de prières et de cadeaux que M. Mouschkétow a pu décider quelques indigènes à l'accompagner.

L'ascension a commencé le 13 août. La pente de la montagne est excessivement escarpée; on rencontrait à chaque pas d'énormes blocs de pierres et des moraines. La partie inférieure du glacier produit un très bel effet. Elle forme une voûte symétrique, d'où jaillit la rivière Matcha, profonde et d'un cours assez rapide. La voûte s'enfonce dans l'intérieur du glacier, à plus de 1 verste de profondeur.

L'expédition se composait de trente-deux individus, dont vingt-quatre indigènes portant des bagages. On avait emmené dix boucs et dix chiens. Les premiers devaient servir de nourriture au personnel de l'expédition; les autres étaient envoyés en reconnaissance. Le premier jour, l'expédition n'a fait que 4 verstes; elle est parvenue au sommet du glacier et l'a parcouru sur une étendue de 1^{v},5. La première impression a été très étrange : pas une trace de neige ni de glace; le manque d'eau se faisait vivement sentir. Il y avait bien des espèces de lacs, mais ils contenaient de l'eau bourbeuse.

A une plus grande altitude, cependant, on a trouvé de l'eau limpide comme du cristal.

Le lendemain, l'expédition est entrée dans le domaine des glaces et des neiges éternelles. De profondes crevasses s'ouvraient sur son passage, mais il était facile de les franchir. On a passé la seconde nuit au milieu des glaces.

La différence entre la température du jour et celle de la nuit était très grande : le jour, le thermomètre marquait 40° C. de chaleur, et la nuit 6° et même 8° C. de froid. Les indigènes ont eu des accès de fièvre intermittente.

Vers la fin de la quatrième journée l'expédition a atteint le premier défilé. La route ne présentait pas de grandes difficultés; mais, comme l'air était très raréfié, on éprouvait de la difficulté à respirer et des douleurs dans les articulations.

Le glacier a la forme d'un carré mesurant 24 verstes de longueur sur une largeur d'à peine $1^v,5$. Six glaciers latéraux aboutissent au glacier de Zaravschan, et chacun d'eux dépasse en grandeur les glaciers des Alpes.

Le sommet du glacier présente un immense cirque, ouvert du côté des monts Alaï. La vue en est imposante. A l'ouest se dessine la masse grandiose des montagnes, avec des pics qu'on croirait suspendus dans les airs, leurs bases disparaissant dans les nues. Il y a des pics de 20000 pieds de hauteur.

La descente a été beaucoup plus difficile que la montée, surtout à cause des crevasses.

Deux Cosaques ont échappé à la mort comme par miracle. La nuit a surpris l'expédition dans un défilé tellement étroit, qu'il n'y avait pas moyen de se coucher.

Après de longues recherches infructueuses, on a fini par trouver une petite terrasse, où l'on a immédiatement fait du feu.

Le professeur Mouschkétow était de retour à Taschkent le 18 août. (*L'Exploration*).

Membres perpétuels inscrits depuis le 30 *janvier* 1881.

M. Charles de Baudreuil; M. Boas.

Suite de la liste des nouveaux Membres inscrits depuis le 1er janvier 1881.

M. le général comte de Gramont, à Paris.
M. Haney, à Paris.
M. Baton, à Paris.
M. Blondel, à Paris.
M. Baudouin, à Cognac.
M. Ledeuil, à Paris.
M. Gogou, à Paris.
M. Gaudefroy, à Paris.
Mlle Grandsire, à Paris.
M. Charles de Baudreuil, à Paris.
Mlle Dufeux, à Paris.
M. Léautez, à Paris.
M. Roussé, à Paris.
M. Richard (Alfred), à Paris.
M. Miot, à Paris.
M. Gazagne, à Paris.
M. Gascard, à Rouen.
M. Vuibert (H.), à Paris.
M. Towne (G.), à WS (Seine-et-Oise).
M. Lebrun (E.), à Paris.
M. Grégoire (E.), à Paris.
M. Baudouin (G.), à Paris.
M. l'Ingénieur en chef des Mines, à Oran.
M. Battarel, à Paris.
M. Blottière (René), à Paris.
M. Calmeau (L.), à Paris.
M. Le Roy (A.), à Paris.
M. Durand (M.-A.), à Paris.
Mme Bailly, à Paris.
M. Pezard, à Paris.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

6 MARS 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 49.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 12 MARS, A LA SORBONNE.

M. G. Bonnier, maître de conférences à l'École Normale supérieure : Utilisation des fleurs par les insectes.

M. le Ministre de l'Instruction publique vient d'adresser au Président de l'Association la lettre suivante :

Paris, 4 février 1881.

« Monsieur le Président,

» Un décret présidentiel, en date du 23 octobre 1880, a autorisé la réunion, à Paris, d'une Exposition internationale d'électricité.

» L'ouverture de cette Exposition est fixée au 1er août prochain, et, le 15 septembre suivant, un Congrès international des électriciens viendra contribuer à l'éclat de cette grande et utile manifestation scientifique.

» Il est très désirable que votre Société prenne la part la plus active possible à ces travaux, dont vous ne méconnaîtrez certainement pas le haut intérêt.

» Aussi, Monsieur le Président, ai-je l'honneur de vous inviter à me faire savoir sans retard le nom du délégué que vous aurez désigné pour représenter votre Société au Congrès.

» Vous voudrez bien en même temps me donner une liste très exacte des objets que vous jugerez devoir exposer. Il importe, en effet, que je sois mis en mesure de déterminer avec M. le Ministre des Postes et Télégraphes la place qu'il sera utile de réserver à l'exposition des établissements dépendant de mon Administration. »

L'Association sera représentée à ce Congrès par un des Membres du Conseil et nous engageons les Membres de notre Compagnie à nous informer de la part qu'ils désireraient prendre à l'Exposition.

Sur un procédé d'observations astronomiques à l'usage des voyageurs, les dispensant de la mesure des angles, pour la détermination approchée de la latitude du temps sidéral et de la longitude d'un point de leur itinéraire; par M. **Ch. Rouget**, Inspecteur général des Finances.

L'extrême précision du mouvement diurne de la Terre est digne d'admiration. J'ai depuis longtemps réfléchi au parti que l'on pouvait en tirer, surtout en multipliant les effets apparents, pour substituer à la mesure des angles l'observation de l'époque précise des phénomènes qu'il présente, et surtout celle des intervalles de temps qui les séparent les uns des autres.

J'ai choisi pour cela les phénomènes de deux étoiles ayant au même moment physique la même hauteur au-dessus de l'horizon, en les prenant de mouvements différents, c'est-à-dire l'une avant son passage au méridien et l'autre après, ou ceux de deux étoiles ayant au même moment physique des azimuts différant de 180°, mais aussi de mouvements opposés autant que possible.

Les premiers de ces phénomènes seront favorablement observés dans les contrées équatoriales, où les étoiles se lèvent verticalement, en les prenant comme il vient d'être dit et à peu de distance du premier vertical.

Les seconds phénomènes seront surtout utiles dans les régions polaires, où les étoiles semblent décrire des cercles peu inclinés sur l'horizon. On les prendra alors près du méridien et à 180° de distance azimutale l'une de l'autre.

Dans les régions intermédiaires, les deux genres de phénomènes sont possibles à observer, en ayant soin, pour les azimuts, de comparer une étoile circompolaire, voisine du passage *inférieur* au méridien, avec une étoile équatoriale également voisine de son passage au méridien du côté du sud.

J'ai déterminé rigoureusement les formules qui donnent pour un instant très court les vitesses verticales et horizontales du mouvement des étoiles; elles sont incessamment variables. Je me borne à dire ici qu'elles indiquent les circonstances précitées comme les plus favorables.

La vitesse maximum de déplacement des étoiles est donnée par celles qui se trouvent sur l'équateur céleste; c'est le seul grand cercle qui suive complètement le mouvement diurne. Prenons-la pour unité. Le mouvement vertical est nul au moment du passage au méridien; ailleurs il est proportionnel au produit du cosinus de la latitude du lieu par le sinus de l'azimut de l'astre, quelle que soit sa déclinaison.

Pour la région de l'équateur terrestre, et *dans le premier*

vertical, le mouvement vertical est sensiblement de 1° en quatre minutes de temps.

Or, les longues-vues ordinaires voient à peu près un espace de 1° dans le ciel; donc une étoile équatoriale mettrait quatre minutes de temps à en traverser le champ.

Si nous rappelons que nous observons à la fois deux étoiles, l'une ascendante et l'autre descendante, on voit qu'elles vont pour ainsi dire à la rencontre l'une de l'autre; les deux vitesses s'ajoutent, et, si l'une des étoiles est maintenue au centre du champ de la lunette par des rappels successifs, l'autre n'aura à traverser que la moitié du champ, et cela avec une vitesse à peu près double. Il s'écoulera donc à peine une minute d'attente à partir de l'apparition de la seconde étoile dans la lunette jusqu'à son arrivée au centre du champ, puisque l'on va incessamment de l'une à l'autre. Sans doute ce cas est le plus favorable de tous, mais, même en doublant la période d'attente, on ne trouve que deux minutes ou cent vingt secondes. Or, le dixième du rayon du cercle qui forme le champ s'apprécie presque *sans fils*. L'erreur à commettre peut donc s'évaluer au maximum, à une dizaine de secondes de temps; avec un champ plus petit et un plus fort grossissement, elle serait diminuée pour ainsi dire à volonté.

J'ai fait construire un instrument spécial, très simple, qui permet de viser *sans déplacement de l'œil* et successivement les deux étoiles, et cela très rapidement; je le décrirai plus loin. Les erreurs atteignent alors à peine quelques secondes.

Il convient maintenant de rappeler les principes de la Géométrie céleste.

La Terre parcourt en une année une ellipse dont le grand axe a 76 millions de lieues; elle tourne de plus sur son axe en vingt-quatre heures sidérales. Cet axe a une inclinaison de 66°32'30" sur le plan de l'orbite, et, par conséquent, l'équateur fait avec le plan de cette orbite ou de l'écliptique l'angle complémentaire, soit de 23°27'30". La ligne d'intersection des deux plans est celle des équinoxes, et les points d'intersection des deux courbes portent le nom de *points équinoxiaux*.

On présente d'abord l'axe de la Terre comme restant sensiblement parallèle à lui-même; dans ces circonstances, son prolongement doit aller tracer sur la voûte céleste une perspective cylindrique de l'ellipse annuelle : or la distance des étoiles est tellement considérable, que la plus grande dimension de cette perspective, celle qui correspond au grand axe de 76 millions de lieues et qui est de même dimension, ne nous paraît pas sous-tendre 1", c'est-à-dire qu'elle demeure presque insensible avec les instruments ordinaires.

Nous pouvons donc supposer, dans les applications, et pour faciliter le langage, que la Terre reste complètement immobile

et que la voûte céleste tout entière tourne en un jour sidéral autour de l'axe commun.

Alors l'équateur céleste est déterminé par le prolongement du plan de l'équateur terrestre, et, si nous prenons un plan méridien quelconque passant par un point donné de la Terre, si nous joignons le centre de la Terre à ce point lui-même et à celui où l'équateur terrestre est coupé par le méridien choisi, nous aurons l'angle qui exprime la latitude du lieu.

Prolongeons dans l'espace et le plan méridien et les deux lignes considérées. La seconde de ces deux lignes va percer l'équateur céleste; la première va passer par le zénith du lieu. La distance angulaire de ce zénith à l'équateur céleste, que l'on nomme *déclinaison*, se trouve donc être égale à la latitude du lieu considéré.

De là un moyen employé de trouver la latitude d'un pays par l'observation des étoiles qui passent à son zénith; leur déclinaison, indiquée dans les Catalogues, est identique avec la latitude cherchée.

Or, si le zénith du lieu est à une distance de l'équateur céleste égale à la latitude, comme le zénith est à 90° au-dessus de l'horizon, il faut conclure que l'équateur céleste se trouve au-dessus de l'horizon, à son point le plus élevé, c'est-à-dire dans le méridien, à une hauteur égale au complément de la latitude du lieu, et que le pôle céleste est élevé au-dessus de l'horizon d'un angle égal à celui de la latitude du lieu.

C'est en effet ce principe que l'on applique lorsque l'on se sert du globe céleste. On élève le pôle au-dessus de l'horizon à la hauteur de la latitude du lieu; on oriente le globe, en dirigeant son axe vers le pôle céleste et en le mettant dans le méridien du lieu; on a une voûte semblable à la voûte céleste et qui tourne de même. Il suffit donc de reconnaître la première étoile venue pour retrouver toutes les autres, et, si l'œil pouvait alors se placer au centre de ce globe artificiel, toutes les directions qui passeraient par les étoiles qui y sont figurées iraient, en leurs prolongements, passer par les astres eux-mêmes.

Maintenant, pour déterminer exactement la position d'une étoile dans le ciel, il ne suffit pas de connaître sa déclinaison, c'est-à-dire l'angle qui la sépare de l'équateur céleste, mesuré sur le méridien qui la contient; il faut un autre renseignement : il faut savoir sur quel méridien elle se trouve. Pour cela on a choisi sur l'équateur céleste un point par lequel passe le méridien zéro, ou si l'on veut, comme sur la Terre le premier méridien. Alors, l'équateur étant divisé, soit en 24 heures, soit en 360°, ce que l'on appelle *ascension droite de l'étoile* est exactement ce que serait sur la Terre la longitude du point que nous avons choisi ci-dessus, si le plan du méridien du point fixe de l'équateur céleste passait en ce moment-là par Paris.

Malheureusement, on ne peut pas lire dans le ciel les longitudes terrestres comme on peut y lire, d'après ce qui vient d'être dit, les latitudes terrestres : cela tient à ce que, la voûte céleste ayant une rotation continue, le méridien en question passe successivement par les zéniths de tous les points du globe terrestre en vingt-quatre heures sidérales, tandis que, pour la latitude, l'étoile qui était au zénith d'un lieu continuera à être au zénith de tous les lieux situés sur le même parallèle terrestre, et de ceux-là seulement. On est donc obligé, pour les longitudes, de procéder par différences, c'est-à-dire de s'efforcer de savoir depuis combien de temps le méridien céleste, actuellement au zénith du lieu, a passé par le zénith du point terrestre, pris pour origine des longitudes, c'est-à-dire Paris pour les Français.

Il est actuellement nécessaire de définir le point de l'équateur qui sert de départ aux ascensions droites.

Dans son mouvement de translation annuelle, la Terre décrit dans l'espace une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers, et qui se rapproche du cercle.

Si l'on pouvait voir les étoiles en même temps que le Soleil, on verrait celui-ci se projeter sur la voûte céleste en un point directement opposé à celui qu'occupe la Terre au même moment et y tracer une route bien déterminée par le mouvement qui lui semble propre; le Soleil rétrograde chaque jour de l'ouest à l'est, comme on le voit pour la Lune. On pourrait tracer cette route sur le globe céleste en se servant des étoiles qui lui sont successivement voisines. Cette route du Soleil s'appelle l'*écliptique*. On peut, dans chaque lieu de la Terre, s'en rendre compte néanmoins en observant chaque jour le point le plus élevé occupé par le Soleil : si on laisse la lunette en station, elle désignera, douze heures après, un point ayant même déclinaison évidemment et diamétralement opposé. Donc, en traçant le cercle de déclinaison sur le globe en y plaçant le point observé pendant la nuit, il suffira de se reporter à 180° *en avant* pour trouver le lieu du Soleil douze heures plus tôt.

La route du Soleil, ou le cercle de l'écliptique, est donc tracée sur le globe céleste. Il a été facile d'y tracer l'équateur céleste, puisque c'est la route des étoiles qui se trouvaient, au moment de leur plus grande hauteur au-dessus de l'horizon, à une élévation connue. L'angle qui mesure cette élévation est complémentaire de celui qui mesure la hauteur de l'un des deux seuls points immobiles de la voûte céleste, les pôles. On a donc déterminé ainsi sur le globe céleste les deux intersections de ces deux cercles; on les appelle *points équinoxiaux* du printemps et de l'automne. C'est l'équinoxe du printemps qu'on a choisi pour point de départ des ascensions

droites des étoiles. Le temps sidéral est donc déterminé par le passage des étoiles au méridien; leur ascension droite est l'heure sidérale de leur passage. Certaines pendules ont des cadrans tournants qui sont la représentation exacte de ce mouvement; le point choisi pour origine marche en tête, l'index est le méridien.

Les pendules sidérales suivent, dans les observatoires, la marche du mouvement diurne, sans pouvoir en réaliser complétement l'uniformité. La comparaison des observations sert néanmoins, *par différence*, à constater les variations de l'ascension droite des étoiles.

De là l'usage de désigner à volonté les ascensions droites en degrés ou en heures, et l'obligation de passer continuellement de l'une à l'autre de ces quantités dans les calculs; elles sont entre elles comme 360° est à 24 heures ou 15 est à 1.

Chaque jour, dans les observatoires, les astronomes mesurent, avec tous les soins imaginables, les deux coordonnées d'un certain nombre d'étoiles au moment de leur passage au méridien, afin d'en étudier ensuite la variation et d'en rechercher les causes.

Chaque année la *Connaissance des Temps* publie un Catalogue de trois cents étoiles principales, dont elle donne de dix jours en dix jours les coordonnées apparentes, en tenant compte de toutes les variations connues; elle publie de plus les coordonnées de la *position moyenne* de ces étoiles; comme ce sont elles que nous allons employer, il importe de les définir exactement.

L'axe de rotation de la Terre ne reste que *sensiblement* parallèle à lui-même et pour un temps relativement court. Il décrit en vingt-six mille années environ une surface conique autour de l'axe de l'écliptique, avec lequel il fait un angle moyen de 23° 27′ 30″, le même que celui du plan de l'écliptique avec celui de l'équateur, puisqu'il s'agit de deux perpendiculaires à ces deux plans.

On conçoit très-bien que ce mouvement conique entraîne un déplacement dans la position des points équinoxiaux.

On peut comparer le globe à une toupie ayant un mouvement de rotation sur elle-même et animée de plus, comme on le voit fréquemment, d'un mouvement conique autour de la verticale passant par son pivot; si l'on se figure un cercle tracé en son milieu et perpendiculairement à son axe, et que la toupie soit supposée immergée à moitié dans un liquide, l'intersection de la surface du liquide avec le cercle donne l'image du déplacement des points équinoxiaux.

On comprend alors que, si l'équinoxe du printemps se déplace dans le ciel ainsi que le pôle céleste, comme les

ascensions droites se comptent à partir du premier point, elles subiront une variation continue.

Il en sera de même des déclinaisons, car elles ont pour complément les distances polaires, et le pôle se trouve ainsi déplacé. Cette variation est donc proportionnelle au temps; c'est en en tenant compte que l'on a la *position moyenne* au commencement de chaque année.

L'axe de la Terre est encore animé d'un autre mouvement conique beaucoup plus rapide, mais moins ouvert; il s'appelle la *nutation*. Il s'opère en dix-huit ans deux tiers environ, sur un petit cône ayant son sommet au centre de la Terre; l'axe de ce petit cône décrit la première surface conique sus-énoncée; l'angle générateur est très petit et varie de 6″ à 9″ à peu près.

L'axe de la Terre décrit donc dans le ciel, en vingt-six mille ans environ, une courbe fermée composée d'une série de petits anneaux reliés les uns aux autres; c'est un chemin analogue à celui que parcourt une personne qui valse circulairement.

Si ces derniers effets sont plus perceptibles que ceux qui résultent de la courbe de translation annuelle, c'est qu'ils sont produits dans ces derniers cas par des droites formant un angle à l'œil de l'observateur et que cet angle comprend à des distances de plus en plus grandes des espaces de plus en plus grands, c'est-à-dire qu'il est le même pour les régions les plus éloignées qu'au point de départ; il est donc perceptible, tandis qu'une longueur déterminée, quelque grande qu'elle soit, placée à des distances de plus en plus considérables, se voit sous des angles continuellement décroissants et finit par ne plus s'apercevoir.

Il y a encore une autre modification apportée au lieu apparent des étoiles par le phénomène de l'aberration de la lumière; il est dû au déplacement de la Terre, qui dans sa course annuelle a une vitesse considérable (plus de soixante fois la vitesse du mouvement diurne d'un point de l'équateur); elle se combine avec la vitesse de la lumière et modifie la direction du rayon visuel. Enfin les étoiles sont animées d'un mouvement propre qui a été déterminé pour un certain nombre d'entre elles; la cause en est encore inconnue; on en attribue une partie à la translation dans l'espace du monde solaire tout entier.

Rien n'empêche, pour les observations précises, de tenir compte de toutes ces modifications pour calculer rigoureusement les coordonnées apparentes des étoiles à employer comme ascension droite et déclinaison avant de les faire entrer dans les formules; mais, les observations proposées présentant des chances d'erreur d'un ordre plus considérable, il suffit, à mon avis, de tenir compte de la première de ces

modifications, de prendre les coordonnées de la *position moyenne* des étoiles au 1er janvier, et de s'en tenir même aux valeurs du commencement de l'année, pendant toute sa durée, quand il s'agira de construire des Tables très succinctes devant servir pendant cette période.

Il est maintenant nécessaire de dire un mot de la conversion du temps sidéral en temps solaire et réciproquement.

Puisque le Soleil rétrograde chaque jour d'un certain arc pour faire en trois cent soixante-cinq jours le tour du ciel dans un sens opposé au mouvement diurne, il ne revient pas le lendemain au méridien au même moment que les étoiles qui y passaient en même temps que lui la veille. Douze heures de temps solaire vrai ou moyen sont donc plus longues que douze heures de temps sidéral, quoiqu'il s'agisse du parcours d'un même cercle de 360°.

Remarquons en passant qu'il résulte de ce fait qu'une même différence de temps solaire ou de temps sidéral donne également bien la différence des longitudes, puisqu'elles correspondent au parcours d'une même partie de la circonférence. Seulement, les étoiles mettent moins de temps à la parcourir.

Il y a donc de ce fait, dans l'année, un jour de plus en temps sidéral qu'en temps solaire. Le temps moyen n'est qu'une répartition égale du temps solaire vrai, sujet à des inégalités de vitesse dues à la plus ou moins grande proximité du Soleil de la Terre et à l'obliquité de l'écliptique. Chaque jour la *Connaissance des Temps* donne pour Paris le temps sidéral à midi moyen; elle donne de plus deux Tables de correction pour les fractions de vingt-quatre heures, afin de passer d'un temps à un autre pour la période écoulée depuis midi moyen.

Ces calculs sont nécessaires dans les opérations qui vont suivre, où nous ne parlerons plus absolument que du temps sidéral et où il faudra convertir en temps sidéral tous les intervalles de temps observés en temps moyen.

Nous allons établir maintenant ce fait que le moment précis où deux étoiles sont ou à la même hauteur ou à des azimuts différant de 180° est absolument constant pour tous les points d'un même parallèle et varie d'un parallèle à l'autre, c'est-à-dire avec la latitude du lieu; il peut donc *servir à l'évaluer*.

Lorsque deux étoiles sont au même moment à la même hauteur au-dessus de l'horizon, la corde de l'arc de grand cercle qui les unit est horizontale; donc le plan du grand cercle qui lui est perpendiculaire en son milieu est vertical et *passe par le zénith du lieu*.

Le fait est évident aussi pour deux étoiles de même azimut

ou d'azimuts différant de 180°, puisqu'elles sont dans le même plan vertical.

Nous supposons que les deux étoiles n'ont pas la même déclinaison pour celles qui sont à la même hauteur. Il serait d'ailleurs impossible de trouver deux étoiles de ce genre; néanmoins, remarquons que dans ce cas exceptionnel le plan vertical deviendrait un méridien, puisqu'il serait perpendiculaire à l'équateur.

Or, si le plan vertical passe par le zénith du lieu de l'observation, tous les pays du globe qui auront au même instant physique leur zénith sur l'intersection dudit plan avec la voûte céleste verront également le phénomène simultanément, pourvu que les étoiles soient toutes deux visibles pour eux; et, comme nous supposons que les étoiles n'ont pas la même déclinaison, le plan en question n'est pas *perpendiculaire à l'équateur* et n'est pas un méridien par conséquent; il ira donc couper les méridiens qu'il rencontre successivement à partir de l'équateur sous des angles incessamment variables à partir de celui sous lequel il coupe le méridien à l'équateur jusqu'à celui sous lequel il coupe à angle droit le méridien situé à 90° de là; il redescend ensuite vers l'équateur, qu'il vient couper de nouveau à 180° du point de départ, puisque deux grands cercles se coupent en deux parties égales.

Nous appellerons l'intersection de ce plan avec la sphère céleste la *trajectoire de vision simultanée du phénomène*, et les points d'intersection avec l'équateur les *nœuds de la trajectoire*. Remarquons que l'ascension droite des nœuds ne sera autre chose que l'heure sidérale du phénomène pour les habitants de l'équateur. En effet, l'heure sidérale de la vision en chaque zénith, ou en chaque lieu où l'on verra le phénomène, sera celle du méridien où se trouve chaque zénith; donc les heures sidérales seront différentes pour chaque latitude.

Si la trajectoire se dirige vers l'est, elles seront croissantes de l'équateur à des latitudes plus boréales; elles seront décroissantes dans les mêmes circonstances si la trajectoire se dirige vers l'ouest. L'examen, même sommaire, de la zone équatoriale ne laisse aucun doute sur la direction de la trajectoire, puisqu'il n'y a que les méridiens qui se dirigent vers le nord.

Nous avons supposé la Terre immobile; la trajectoire dont nous parlons, faisant corps avec la voûte céleste, viendra donc se présenter successivement au zénith de chaque pays, si cela n'est pas impossible. Mais il y a lieu de constater que, l'apparence de la voûte étoilée étant absolument la même pour tous les points d'un même parallèle à la *même heure sidérale*, le

temps sidéral du phénomène sera le même pour tous les pays ayant la même latitude.

Voici pourquoi le phénomène peut n'être pas possible pour une latitude donnée et pourquoi il est toujours possible à l'équateur. Le plan de la trajectoire est absolument déterminé de position, puisqu'il passe par le centre de la Terre et qu'il est perpendiculaire au milieu d'une corde donnée dans le premier cas, ou qu'il passe par deux étoiles, c'est-à-dire deux autres points, dans le second cas. Il fait donc un angle constant avec l'équateur; appelons-le A. Il fait avec l'axe terrestre un angle complémentaire $90° - A$. Projetons cet axe sur ce plan. Dans le mouvement diurne, cette projection va engendrer une surface conique à laquelle ce plan restera tangent, puisqu'il contient la génératrice; or il faut que ce plan passe par le zénith pour que le phénomène soit possible.

Le cône dont il vient d'être parlé coupera la voûte céleste suivant un cercle qui aura le pôle pour centre et dont le rayon sous-tendra l'angle de $90° - A$. Si par hasard ce cercle environnait le zénith du lieu, le plan en question n'y pourrait jamais passer, puisqu'il tournerait toujours autour de lui; il faut donc que l'arc sous-tendu par le rayon du cercle d'intersection du cône avec la voûte céleste soit plus petit que la distance angulaire du pôle au zénith, pour que le zénith reste en dehors de ce cercle; alors le plan pourra y passer une fois et généralement deux fois; seulement il faut de plus, pour que le phénomène soit visible deux fois, que les deux étoiles soient toutes deux au-dessus de l'horizon du lieu aux deux époques, ce qui arrive dans certains cas.

Or, il résulte de ce que nous avons dit que, la distance du zénith à l'équateur étant égale à la latitude du lieu, la distance du zénith au pôle est égale au complément de la latitude du lieu; donc on doit avoir $90° - A \leqq 90° - L$ ou $A \geqq L$, c'est-à-dire que l'angle fait par la trajectoire avec l'équateur doit être plus grand ou tout au moins égal à la latitude du lieu. La condition est toujours remplie à l'équateur, où la latitude est nulle.

Si l'on examine le méridien qui passe au point culminant de la trajectoire et à 90° de son nœud, on voit que la portion de ce méridien qui mesure alors l'angle A correspond bien à la latitude maximum, puisque la trajectoire ne monte pas plus haut dans l'hémisphère considéré.

Prenons maintenant une Carte céleste représentant la zone équatoriale projetée sur le cylindre tangent à l'équateur ou même le *développement* par degrés égaux en ascension droite et déclinaison. Si cette Carte n'est pas découpée, comme les angles à l'équateur ou aux environs se confondent avec ceux de leurs tangentes, on trouvera très facilement à la règle et à

l'équerre l'heure sidérale équatoriale des phénomènes, et cela à quelques minutes près. Pour les phénomènes de même hauteur, il suffit d'élever à l'équerre une perpendiculaire au milieu de la droite qui unit les deux étoiles, et si la règle est divisée, cela est facile; s'il s'agit de phénomènes de même azimut, la règle elle-même coupe l'équateur au point qui indique l'heure. Cette épreuve suffit pour choisir les étoiles en chaque saison, en prenant l'heure sidérale du milieu de la nuit pour guide, car, à l'exception des étoiles de perpétuelle apparition ou de perpétuelle disparition, le reste du firmament est visible pour toute la Terre dans la même nuit.

J'ai donné les formules trigonométriques exactes dans un premier Mémoire que M. le colonel Perrier a présenté en mon nom à l'Académie des Sciences, le 3 janvier dernier, avec une extrême bienveillance; on les trouvera insérées aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*.

On peut, avec deux observations de ce genre séparées par un intervalle bien déterminé, obtenir le temps sidéral et la latitude du lieu en appliquant les formules.

On comprendra maintenant que, si l'on choisit deux trajectoires allant à la rencontre l'une de l'autre dans l'hémisphère boréal par exemple, elles intercepteront à l'équateur un certain arc mesurant un intervalle de temps sidéral; ce sera la durée du temps écoulé entre les deux phénomènes à l'équateur, et elles iront se couper sur un certain parallèle où les deux phénomènes seront simultanés.

Pour les latitudes intermédiaires, l'intervalle de temps sera donc décroissant. Donc, si l'on calculait d'avance chaque trajectoire sous forme de Table donnant degré par degré l'heure sidérale de chaque phénomène pour chaque couple d'étoiles principales visibles dans chaque mois, il suffirait aux voyageurs de rapprocher deux Tables et d'y chercher l'intervalle de temps qu'ils auraient reconnu entre deux observations. Ils trouveront en l'heure sidérale et la latitude du lieu, et cela avec une approximation marquée par les Tables elles-mêmes, car elle dépendra visiblement de la différence d'un degré à l'autre ou du plus ou moins de convergence des trajectoires. On pourra donc se rendre compte des conséquences d'une erreur d'évaluation dans la mesure du temps écoulé entre les deux observations. Je pense que l'erreur ne doit pas dépasser 1' ou 2' de latitude, en choisissant convenablement les trajectoires.

La détermination du temps sidéral sera faite par la même opération; là l'erreur sera égale à celle commise, et par conséquent de quelques secondes seulement. On voit que le chronomètre dont on se sert pourrait ne marcher que pendant la durée des observations. L'interpolation à faire est des plus simples.

Voici un exemple. J'ai réuni deux de ces Tables comme on devra le faire dans la pratique : premier couple, Arcturus et α de la Balance; deuxième couple, Wega et Antarès.

Degrés.	Heures sidérales. 1er couple.	Heures sidérales. 2e couple.	Intervalles.	Différences.
	h m s	h m s	h m s	m s
Équateur....	13.50.58	18.20.36	4.29.38	
1°..........	14. 6.14	18.11.49	4. 5.35	— 24. 3
2°..........	14.21.35	18. 3. 1	3.41.26	— 24. 9
3°..........	14.37. 5	17.54.10	3.17. 5	— 24.21
4°..........	14.52.50	17.45.17	2.52.27	— 24.38
5°..........	15. 8.56	17.36.19	2.27.23	— 25. 4
6°..........	15.25.29	17.27.14	2. 1.45	— 25.38
7°..........	15.42.39	17.18. 3	1.35.24	— 26.21
8°..........	16. 0.36	17. 8.43	1. 8. 7	— 27.17
9°..........	16.19.36	16.59.13	39.37	— 28.30
10°..........	16.39.59	16.49.31	9.32	— 30. 5
10°18′13″...	16.46.31	16.46.31		

On voit, dans cet exemple, que l'intervalle écoulé entre les observations à l'équateur est de $4^h 29^m 38^s$ de temps sidéral et qu'il devient nul à la latitude de 10°18′13″ au nord; d'un degré de latitude au suivant, la différence est de plus de vingt-quatre minutes de temps sidéral.

Donc, en admettant la proportionnalité des accroissements, que l'on pourrait rendre plus exacte avec l'usage des différences secondes, on voit que 1′ de latitude sera accusée par une différence de vingt-quatre secondes de temps, erreur difficile à commettre, ainsi que le reconnaîtront tous ceux qui voudront bien essayer d'observer un de ces phénomènes, même avec un outillage imparfait.

L'instrument que j'ai imaginé, et que MM. Brosset frères ont bien voulu combiner avec moi, a été construit par eux avec beaucoup d'habileté et sur un grand modèle.

Il se compose d'un plateau horizontal en cuivre monté sur centre avec trois vis calantes; il peut tourner sur son axe vertical très rapidement et très facilement; il est surmonté de deux niveaux croisés très sensibles. Au-dessus s'élèvent deux montants portant un axe horizontal rectifiable, sur lequel est placée une glace recouverte d'une couche d'argent; cet axe tourne sur lui-même, à volonté, d'un mouvement rapide ou très lent. Au-dessus est placée une lunette située dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe de rotation de la glace : cette dernière est rectifiable isolément, ainsi que la lunette. Il y a de plus mouvement lent et rapide pour le déplacement azimutal de tout l'instrument. J'en ai obtenu des résultats très exacts.

Dans un second Mémoire, présenté également par M. le colonel Perrier à l'Académie des Sciences le 7 janvier, j'ai

donné l'application très simple de cette théorie à la détermination de la longitude, aussi sans mesure d'angles, la latitude et le temps sidéral étant supposés connus.

Comme on ne considère la trajectoire qu'au moment où elle est verticale, il suffit en effet de prendre une seule étoile située à l'ouest de la Lune et d'une déclinaison peu différente, autant que possible. On met l'instrument en station ; on prend l'heure sidérale exacte du passage de cette étoile à la croisée des fils dans le plan azimutal choisi, dont on *calcule* l'orientation et la trajectoire, c'est-à-dire l'angle à l'équateur et l'ascension droite du nœud ; on attend que la Lune passe dans ce plan, où le mouvement diurne la ramène, et l'on note l'heure sidérale du passage le plus exactement possible. La Lune sera alors sur une autre trajectoire que la première, mais qui fera le même angle avec l'équateur ; elle n'en diffère que par l'ascension droite du nœud : celle-ci est en effet égale à l'ascension droite du premier nœud, augmentée du temps sidéral écoulé entre les deux passages. La présence de la Lune sur cette trajectoire établit une relation très simple entre ses *coordonnées actuelles*. On cherche ensuite dans la *Connaissance des Temps* : elle donne d'heure en heure pour Paris, en temps moyen, les deux coordonnées de la Lune, qui varient suivant une certaine loi ; un seul couple de ces valeurs satisfait à la question. Il correspond à un temps moyen de Paris que l'on convertit sans peine en temps sidéral, et la différence des temps sidéraux simultanés donne la longitude à quelques minutes près.

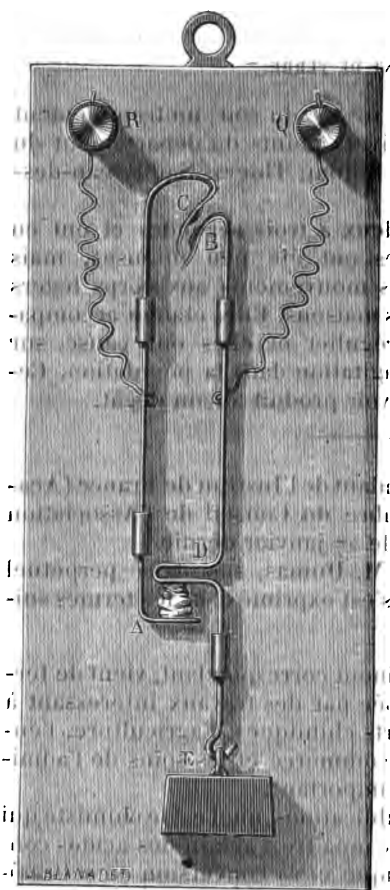
On voit que, si l'on n'employait que des azimuts, on pourrait aller jusqu'à dire que deux fils à plomb pourraient suffire pour déterminer approximativement la situation d'un point sur le globe.

Avertisseur des incendies de M. G. Dupré.

Il arrive souvent, le plus souvent, hélas ! que les incendies se développent sans qu'on s'en aperçoive dans les premiers moments, et qu'ils ne sont signalés que lorsqu'il est trop tard pour pouvoir en arrêter les progrès. On a donc songé à construire des appareils avertissant automatiquement qu'un accroissement anormal de température se produit, et l'on en a construit de différents modèles, presque tous basés sur la dilatation inégale de deux métaux juxtaposés, ce qui produit la courbure d'une lame qui vient alors toucher un contact et lui fait fermer un circuit électrique. On a utilisé aussi le thermomètre à mercure : sous l'influence de la chaleur, la colonne mercurielle monte et vient établir le contact entre deux fils de platine placés convenablement. Il y a quelque

temps, on a employé un alliage fusible qui, en fondant, se répand, vient souder deux lames métalliques placées l'une près de l'autre et ferme ainsi un courant qui fait fonctionner une sonnerie; enfin un système consistant en deux fils conducteurs juxtaposés et recouverts d'une substance isolante, capable de fondre ou d'être brûlée facilement : quand, par suite d'un incendie, cette enveloppe est fondue ou brûlée, le contact peut avoir lieu et la sonnerie se faire entendre. Le défaut de ces avertisseurs est d'être d'un prix un peu élevé et de ne pas offrir toujours une sécurité parfaite.

M. G. Dupré a construit dernièrement un appareil avertisseur des incendies, qui joint à une grande simplicité une sécurité parfaite de fonctionnement. M. de Combettes l'a établi de façon à pouvoir le livrer pour un prix peu élevé.



Il est disposé de telle sorte que la fusion d'un corps produise une action mécanique qu'il utilise soit pour fermer un circuit actionnant une sonnerie électrique, soit pour mettre en mouvement une sonnerie à air ou une sonnerie ordinaire. Nous ne nous occuperons ici que de l'avertisseur électrique.

Deux tiges métalliques AB et CD sont mises en relation avec une pile et une sonnerie électrique par l'intermédiaire des boutons R et Q. La tige CD est séparée de la tige AB, qui est fixe, par une petite masse d'un corps fusible (suif ou bougie, cette dernière fondant vers 35° C. environ) placée à la partie inférieure des deux tiges (*voir* la figure ci-dessus). Si la température vient à s'élever par suite d'un incendie, le suif ou la bougie entre en fusion; la tige CD, sollicitée par le poids E, s'abaisse et arrive en contact avec la tige AB, à la partie supérieure des deux lames, que l'on voit recourbées de manière qu'il y ait alors friction, ce qui assure un *contact parfait*

en dépit des poussières qui peuvent s'y accumuler. Le contact établi, le circuit est alors fermé, la sonnerie se fait entendre, et, si l'appareil est relié à un Tableau indicateur, il indique non seulement le commencement d'incendie, mais encore le lieu où il se déclare.

Pour rendre le fonctionnement de l'appareil tout à fait certain, M. Dupré a imaginé de garnir de bougie la partie comprise entre les deux contacts, ainsi que les glissières; il a pu se convaincre : 1° que cette bougie, interposée n'empêchait nullement la fermeture du circuit quand elle se liquéfiait ; 2° qu'en fondant elle lubrifiait les glissières et amenait le bon fonctionnement de l'appareil.

Tremblement de terre.

Mardi, 1er mars, entre 10h et 10h 15m du soir, un tremblement de terre a été ressenti en divers points du département du Puy-de-Dôme, notamment à Billom, Thiers, Saint-Jean-des-Ollières et Issoire.

Les oscillations ont duré deux à trois secondes et ont eu lieu de l'est à l'ouest. Elles ont été peu intenses, mais suffisantes pour imprimer des mouvements aux corps légers suspendus dans l'intérieur des maisons. Elles étaient accompagnées d'un bruit sourd et régulier et elles ont causé sur certains points une grande agitation dans la population. Cependant elles ne paraissent avoir produit aucun dégât.

M. Kuhlmann, correspondant de l'Institut de France (Académie des Sciences) et Membre du Conseil de l'Association scientifique, est mort à Lille le 27 janvier dernier.

En annonçant son décès, M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, s'est exprimé dans les termes suivants :

« M. Kuhlmann, notre éminent correspondant, vient de terminer une longue vie, occupée par des travaux intéressant à la fois la Science pure, les arts chimiques, l'agriculture, l'enseignement public, le grand commerce et les soins de l'administration d'un département important.

» Parmi ses nombreuses publications, quel est le chimiste qui ait oublié celles qui ont fait connaître l'action des acides concentrés sur l'acide cyanhydrique et sa conversion en sels ammoniacaux, la conversion de l'acide azotique en ammoniaque sous l'influence de l'hydrogène et celle de l'ammoniaque en acide azotique sous l'influence de l'oxygène, en présence de l'éponge de platine ? Quel est l'industriel qui ne se souvienne des améliorations qu'il a introduites dans la fabrication de

l'acide sulfurique, du parti qu'il a su tirer des composés fournis par la baryte, des curieux essais concernant le verre soluble qu'il a multipliés sous tant de formes et des applications qu'il a su en faire sortir?

» Les agriculteurs lui reportent, avec raison, l'honneur d'avoir mis en évidence le premier les effets utiles des sels ammoniacaux sur la végétation et celui d'avoir éclairé d'une vive lumière les phénomènes de nitrification qui s'accomplissent à la surface du sol et leurs rapports avec la fertilisation des terres.

» M. Kuhlmann s'était formé auprès de Vauquelin. Il avait conservé de son passage dans son laboratoire modeste et de ses longs contacts avec ce maître si digne de vénération les habitudes simples, les sentiments justes et le respect du bon sens qui caractérisaient tous les élèves de son école.

» M. Kuhlmann, à la tête des vastes établissements qu'il avait fondés et auxquels sa prudence assurait une longue prospérité, se servait de son influence et de sa fortune pour exciter autour de lui un utile mouvement scientifique. Il avait créé la chaire de Chimie de Lille, qui devint le germe de la Faculté des Sciences. Il enrichissait de ses largesses toutes les entreprises utiles et toutes les associations de bien public auxquelles il appartenait.

» Placé sur un point de passage pour l'Angleterre, les pays du Nord, la France et les contrées méridionales, sa maison était devenue une station hospitalière pour les savants de tous les pays, sûrs d'y trouver le plus noble et le plus libéral accueil. Beaucoup d'entre eux ont disparu, mais combien d'entre nous encore, qui, en perdant en M. Kuhlmann un ami, se reportent avec émotion sur les souvenirs ineffaçables qu'ont laissés dans leur cœur ces réunions où les nations les plus diverses envoyaient leurs représentants venus de tous les points de l'horizon, amenés par une pensée commune, l'amour de la Science et le culte désintéressé de la vérité! »

M. **Louis Figuier** adresse à l'Association scientifique le vingt-quatrième Volume de sa Revue sur les travaux scientifiques, les inventions et les principales applications à l'industrie et aux arts, qui ont attiré l'attention publique en France et à l'étranger pendant l'année 1880.

Cet Ouvrage a pour titre : « l'Année scientifique et industrielle » et est publié par MM. Hachette et Cie.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

13 MARS 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 50.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 19 MARS, A LA SORBONNE.

10° **M. G. Perrot**, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Lettres : Les découvertes de M. Schliemann à Troie et à Mycènes.

EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ.

L'Association scientifique de France sera représentée à ce Congrès par l'un des Membres de son Conseil, **M. Jamin**, de l'Institut, professeur à l'École Polytechnique et à la Faculté des Sciences.

CONFÉRENCE SUR LA PHOTOGRAPHIE APPLIQUÉE AUX SCIENCES ; par M. Davanne.

Mesdames et Messieurs,

Ce fut en 1839, il y a plus de quarante ans, que les premiers procédés du daguerréotype furent divulgués, non pas sous la forme ordinaire qui fait connaître à l'industrie une invention nouvelle dont elle peut bénéficier, mais sous cette forme si solennelle et si rare de la présentation aux Chambres françaises d'une découverte de génie, qui doit honorer le pays et rendre d'éminents services par son application aux diverses branches des connaissances humaines.

Cette présentation était faite par deux savants dont les noms comptent en tête des plus illustres, Arago et Gay-Lussac, demandant pour les inventeurs une récompense nationale.

C'est que dès le début ces deux esprits si larges comprenaient déjà l'avenir réservé à cette découverte ; ils voyaient la Photographie sous un tout autre jour que celui sous lequel elle est aujourd'hui connue par le public en général, et il m'a semblé qu'il y aurait quelque intérêt à comparer les prévisions

que nous trouvons dans le Rapport d'Arago et les résultats actuellement obtenus.

Si, par la pensée, nous nous reportons vers cette époque, et si, en imagination, nous voyons quelque savant, revenant de régions lointaines et lisant ce Rapport qui prévoit dans le nouveau procédé les moyens de copier presque instantanément ces nombreux documents qu'il aurait eu si grande peine à récolter dans toute une existence de travail, de saisir d'un coup, par l'application aux beaux-arts, et l'ampleur de la forme et la perfection du détail, ce que si souvent les artistes poursuivent en vain, d'aider les recherches photométriques, d'obtenir enfin la représentation des astres et des phénomènes célestes et celle des infiniment petits que nous montre le microscope, certes nous serions peu surpris si, secouant la tête en incrédule, ce savant taxait d'exagération ces prédictions, qui cependant sont devenues des réalités.

Pour nous, qui relisons ce Rapport, nous trouvons qu'il n'a pas encore été assez loin dans la prévision des merveilles que pouvait faire espérer la Photographie, car, parlant des découvertes de Nicéphore Niepce, il semble douter que jamais les essais de copie des gravures par la Photographie puissent amener un résultat utile; il ajoute encore que ceux-là se font illusion qui pensent pouvoir profiter de quelques minutes pour saisir des vues intéressantes, et il disait : « On ne s'est pas moins trompé quand on a rêvé la reproduction, la multiplication des dessins photographiques par des reports lithographiques, puisque c'est au poli parfait, à l'incalculable minceur de la couche sur laquelle on opère que sont dus le fini, le velouté, l'harmonie des dessins photographiques; les soumettre à l'action de la presse et du rouleau, c'est les détruire; personne, ajoutait-il, personne imagina-t-il jamais de brosser les ailes d'un papillon? » Et pourtant, à peine quelques mois sont-ils écoulés depuis le jour où Arago prononçait ces paroles, que M. Fizeau, par une action très ménagée des acides et des bains d'or, arrivait à tamponner, à encrer, à brosser le velouté de ce papillon daguerrien et transformait cette épreuve en une planche gravée.

J'ajouterai que pour un grand nombre de personnes qui m'écoutent, pour tout le public, je parle de choses qui sont bien peu connues; les noms de Nicéphore Niepce, de Daguerre scintillent indécis comme ceux de grands inventeurs peut-être, mais on ne se rend compte de leur œuvre que d'une manière imparfaite; on se demande ce qu'a pu faire l'associé de Daguerre, Nicéphore Niepce, mort en 1833 et laissé primitivement dans l'ombre pour faire rayonner Daguerre en 1839; on se demande aussi ce que c'était que l'épreuve daguerrienne, dont il ne reste que de rares spécimens, et je crois que j'augmenterai

encore l'incertitude de quelques auditeurs si à ces deux noms je joins celui de Fox Talbot, dont les découvertes cependant ont donné naissance aux méthodes actuelles.

Pour que la Photographie pût tenir les promesses que ses deux illustres parrains avaient faites en son nom et les dépasser, il lui fallait surtout trois qualités dominantes : la fidélité dans la reproduction, la facilité dans l'emploi, la rapidité dans l'impression.

Et ces trois qualités, nous les retrouvons en principe dans les inventions et les découvertes de ces trois chercheurs, Niepce, Daguerre, Talbot.

Nicéphore Niepce commence ses recherches en 1814 et, marchant droit au but, il veut fixer l'image que donne la chambre noire : n'était-ce pas chercher la fidélité absolue ?

Dans une seconde phase, Nicéphore Niepce essaye de produire des planches gravées par l'action de la lumière, et en 1824 il communiquait les résultats obtenus.

L'emploi du bitume de Judée pour la reproduction des gravures était trouvé, et il ne peut y avoir aucun doute à cet égard. Voici en effet une épreuve, d'après le portrait du cardinal d'Amboise, ainsi copiée et gravée par lui à cette époque. Nicéphore Niepce est donc le promoteur, l'inventeur premier de la Photographie, et Chalon-sur-Saône, sa ville natale, fait un acte de justice en décidant qu'une statue lui sera élevée par une souscription à laquelle elle convie toute personne s'intéressant à la Photographie.

Aujourd'hui, le succès de cette œuvre est assuré par le concours d'un de nos plus grands maîtres en sculpture, M. Guillaume, qui pour sa part de souscription donne son talent et son œuvre personnelle.

Sur les découvertes de Daguerre se trouve basée la rapidité d'impression de l'image photographique ; il a fait, dans des conditions et par des moyens qui nous sont encore inconnus, la découverte merveilleuse de l'image latente absolument invisible, sans laquelle la Photographie n'aurait probablement jamais passé à l'état pratique. Il a montré que certaines substances peuvent être modifiées par la lumière dans un espace de temps très court, sans qu'aucune trace de cette modification soit visible ; mais, au moyen de réactifs appropriés, on développe, on fait apparaître cette image, que la lumière seule n'avait pu donner. Il nous suffira de dire qu'actuellement, avec des procédés qui depuis Daguerre ont été très perfectionnés, mais qui n'en ont pas moins sa découverte pour base, on peut obtenir et rendre visible par les réactifs une impression faite en $\frac{1}{100}$ de seconde, et, s'il s'agissait du Soleil, M. Janssen nous dirait en $\frac{1}{3000}$ de seconde.

J'ai tenu à répéter devant vous ce développement de l'image

latente, non comme le faisait Daguerre, l'opacité de la plaque ne vous permettrait pas de vous en rendre compte, mais en employant les procédés courants actuels; qui nous permettent de vous le faire suivre par projection.

La découverte de l'image latente a une telle importance, que nous ne devons pas nous étonner si elle est contestée, revendiquée par d'autres inventeurs. Ainsi, en Angleterre, on a voulu l'attribuer à Reade, qui, dit-on, renouvelant les expériences de Davy pour fixer les images du microscope solaire, recevait les images sur des surfaces blanches imprégnées de nitrate d'argent. Ayant remarqué que les épreuves faites sur la peau blanche étaient plus belles et plus rapides que sur toute autre matière, il se serait emparé, pour continuer ses essais, des gants longs, alors à la mode, que portait Mme Reade, et un jour, au milieu d'une expérience, appelé et prévoyant sans doute une longue explication, il aurait fermé l'appareil avant que le gant eût laissé apparaître aucune trace d'image. A son retour, l'épreuve était complète, l'image latente s'était développée seule; les matières organiques de la peau avaient réagi comme corps réducteurs sur les molécules du sel d'argent impressionné par la lumière.

On prétend également que ce serait le hasard qui aurait fait découvrir à Daguerre l'influence révélatrice des vapeurs mercurielles sur l'iodure d'argent frappé par les rayons lumineux. Mais, vous le savez, il en est ainsi pour toutes les inventions, et, vous le savez aussi, ces hasards n'arrivent qu'à l'homme de génie.

C'est à un troisième inventeur, à Fox Talbot, que nous devons en grande partie les facilités que présente la Photographie actuelle non seulement pour saisir l'image de la chambre noire, mais encore pour la reproduire à un nombre indéfini d'exemplaires.

On doit en effet à Fox Talbot l'idée de produire, non une image directe unique, comme celle de Daguerre, mais une épreuve inverse de la nature, dite *épreuve négative,* avec laquelle on arrive ensuite facilement à obtenir des images positives de tous genres. Cette transformation de l'œuvre photographique constitue la découverte capitale de Fox Talbot. Nous devons donc saluer avec une même reconnaissance ces trois noms, ces trois inventeurs, qui ont posé, en Photographie, les bases sur lesquelles se sont développés tous les procédés qui ont pris de nos jours une si large extension.

J'aurais voulu, maintenant qu'ils sont morts tous trois et qu'on songe à leur élever des statues, vous montrer leurs portraits authentiques obtenus par cette méthode qu'ils ont inventée; mais Nicéphore Niepce est décédé bien avant que le but vers lequel il a guidé les autres fût complètement atteint;

il reste de lui une peinture, dont notre habile collègue, M. Dujardin, a fait la gravure par les moyens photographiques : quelle qu'en soit la ressemblance, ce sera son portrait dans l'avenir.

Daguerre, mort en 1851, a dû sans aucun doute laisser de lui des portraits photographiques ; mais un seul connu jusqu'ici a été reproduit en Angleterre : c'est Daguerre âgé, vieilli et ne nous représentant plus le type caractéristique projeté devant vous, tel que nous l'ont transmis la gravure et la lithographie.

Fox Talbot, mort en 1879, a laissé de lui des portraits photographiés ; sur l'un d'eux, M. Dujardin, son élève, a fait du maître une remarquable photogravure.

Examinons maintenant le développement de ces trois qualités indispensables aux applications multiples de la Photographie : *fidélité, facilité, rapidité*.

La fidélité dans la reproduction semble être le mérite incontestable de ce procédé ; l'expression de photographie est en quelque sorte courante lorsqu'on veut dire rendre la vérité sous son aspect le plus saisissant. Mais, si l'on veut y parvenir, il faut savoir prendre les soins indispensables pour bien approprier les instruments au but que l'on se propose d'atteindre, pour les poser dans les conditions voulues et pour employer les préparations convenables. Si nous voulions la fidélité absolue, c'est-à-dire l'exacte représentation de l'objet tel que nous le voyons se peindre sur la glace dépolie de la chambre noire, non seulement avec sa finesse de modelé, mais aussi avec sa richesse de coloris, nous serions obligés de reconnaître que nous sommes encore loin de l'atteindre et nous pourrions presque désespérer d'y parvenir jamais, si nous ne savions que les progrès de la Science sont sans limites.

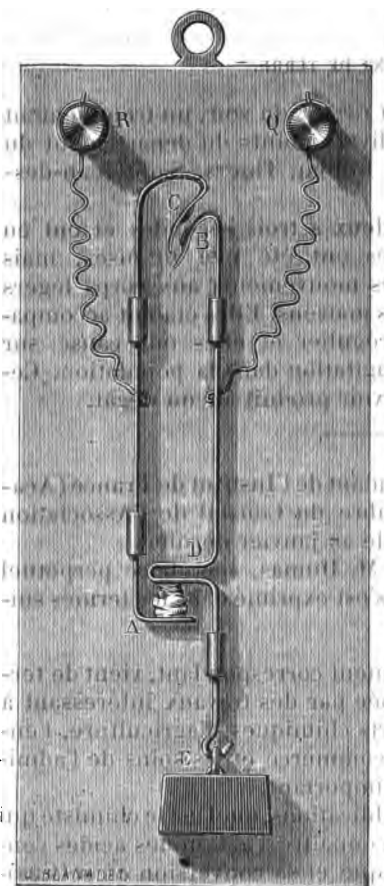
Mais ce que nous pouvons assurer, c'est que, si l'on sait faire un judicieux emploi des instruments, la Photographie n'entraîne aucune déformation et ne mérite pas, sur ce point, les reproches, si souvent répétés à tort, que la Photographie déforme tout ; ces reproches devraient porter, non sur le procédé, mais sur les opérateurs qui en font un mauvais usage.

Lorsqu'il s'agit d'applications scientifiques, c'est-à-dire de travaux presque toujours intermittents et trop souvent faits par des personnes qui ne se sont pas suffisamment familiarisées avec l'ensemble des procédés photographiques, la facilité de mise en œuvre prend une grande importance, et nous devons reconnaître que d'une part les découvertes nouvelles, d'autre part les travaux de nos constructeurs d'appareils rendent cette facilité de plus en plus grande.

Dans son Rapport, Arago évaluait à trente ou quarante minutes le temps nécessaire, toutes opérations comprises, pour prendre une épreuve daguerrienne, et il niait avec raison

temps, on a employé un alliage fusible qui, en fondant, se répand, vient souder deux lames métalliques placées l'une près de l'autre et ferme ainsi un courant qui fait fonctionner une sonnerie; enfin un système consistant en deux fils conducteurs juxtaposés et recouverts d'une substance isolante, capable de fondre ou d'être brûlée facilement : quand, par suite d'un incendie, cette enveloppe est fondue ou brûlée, le contact peut avoir lieu et la sonnerie se faire entendre. Le défaut de ces avertisseurs est d'être d'un prix un peu élevé et de ne pas offrir toujours une sécurité parfaite.

M. G. Dupré a construit dernièrement un appareil avertisseur des incendies, qui joint à une grande simplicité une sécurité parfaite de fonctionnement. M. de Combettes l'a établi de façon à pouvoir le livrer pour un prix peu élevé.



Il est disposé de telle sorte que la fusion d'un corps produise une action mécanique qu'il utilise soit pour fermer un circuit actionnant une sonnerie électrique, soit pour mettre en mouvement une sonnerie à air ou une sonnerie ordinaire. Nous ne nous occuperons ici que de l'avertisseur électrique.

Deux tiges métalliques AB et CD sont mises en relation avec une pile et une sonnerie électrique par l'intermédiaire des boutons R et Q. La tige CD est séparée de la tige AB, qui est fixe, par une petite masse d'un corps fusible (suif ou bougie, cette dernière fondant vers 35° C. environ) placée à la partie inférieure des deux tiges (*voir* la figure ci-dessus). Si la température vient à s'élever par suite d'un incendie, le suif ou la bougie entre en fusion; la tige CD, sollicitée par le poids E, s'abaisse et arrive en contact avec la tige AB, à la partie supérieure des deux lames, que l'on voit recourbées de manière qu'il y ait alors friction, ce qui assure un *contact parfait*

La rapidité de l'impression a aussi son importance dans les applications diverses de la Photographie, et la recherche de l'instantanéité a fait dans ces dernières années de si grands progrès, que lorsqu'on opère dans les conditions les plus favorables, c'est-à-dire avec une grande lumière et un objectif rapide à large ouverture, on a moins à se préoccuper de la sensibilité des surfaces que du mécanisme qui ouvre et ferme l'objectif; il devient donc possible de reproduire avec une exactitude suffisante les objets en mouvement.

Nous ne pouvons pas savoir si les Communications venues de l'étranger au sujet de cette extrême rapidité ne présentent pas quelque exagération : en Amérique, on a photographié, paraît-il, un train de chemin de fer marchant à toute vitesse, avec la netteté voulue pour qu'on en pût voir les détails, et ce ne serait qu'un jeu de saisir au passage un cheval de course au galop.

Si l'épreuve du train rapide ne nous a pas été communiquée, j'ai pu me procurer celles du cheval au galop, et, en vous les montrant, je ne nie pas l'importance du résultat pour indiquer aux artistes comment les jambes du cheval sont relativement placées pendant la course rapide du quadrupède; mais vous reconnaîtrez avec moi que nous sommes encore loin de la netteté annoncée.

Un amateur fort habile, M. Hieckel, a bien voulu faire les essais pour saisir au passage un train de chemin de fer. Lorsqu'il s'agit d'un service de banlieue, à vitesse ralentie, traversant le pont d'Asnières, marchant environ à 16^{km} à l'heure, on obtient une épreuve qui présente, sinon la netteté complète, du moins un ensemble très reconnaissable. Dans ces conditions, le train glisse et se déplace d'environ 4^{m} à 5^{m} par seconde, soit $0^{m},05$ pour $\frac{1}{100}$ de seconde; il n'est donc pas étonnant qu'on n'arrive pas à la netteté parfaite.

Je ne saurais vous dire quel a été le temps de pose des épreuves que vous venez de voir, mais à coup sûr, d'après l'aspect du cliché, il a été trop long; on eût pu le diminuer de moitié, et, si avec un objectif à plus large diaphragme on eût concentré l'effet lumineux sur le train seul, la pose pouvait encore être réduite dans une proportion considérable. Alors, dans ces conditions spéciales d'un train bien éclairé se profilant sur le ciel, on pouvait arriver à un ensemble suffisamment net.

Un autre essai a été tenté sur le train express de Rouen, faisant, je crois, 60^{km} à l'heure, soit $16^{m},60$ à la seconde; nous n'avons plus qu'une bande marquée sur le pont; on distingue encore les espaces des wagons. Toutefois, l'aspect général donne le sentiment d'une extrême rapidité, qu'on sentirait moins avec une épreuve plus nette.

Voici d'autres essais exécutés dans des conditions plus faciles, au bord de la mer. Placé dans un bateau, M. Hieckel a pu, malgré le mouvement toujours sensible de la vague, prendre de face la plage de Berck, au moment où promeneurs et baigneurs sont réunis. Deux autres épreuves, faites à Calais par M. Joly, nous montrent, l'une le port avec les bateaux, l'autre une mer très agitée. Je n'ai pas à m'arrêter sur l'intérêt que présentent de semblables images, faites maintenant avec une assez grande facilité : vous comprenez quels documents précieux elles fournissent aux artistes, et même aux ingénieurs, qui, dans des conditions favorables, pourraient ainsi faire un relevé des côtes de tous pays.

Enfin, comme spécimen très intéressant d'une remarquable rapidité, je vous montre l'image d'une jeune fille sautant à la corde. M. Audra, qui a fait cette épreuve, a choisi juste le moment où l'enfant est arrivée au sommet de sa course, à ce point d'arrêt insensible qui précède la descente; aussi la tête est nette; mais les pieds, qui à ce moment se reportent vivement en arrière pour laisser passer la corde, ne présentent pas la même netteté.

Encore quelques progrès dans la voie de cette extrême sensibilité des surfaces, ce qui semble réalisable, et dans la partie mécanique des appareils, et nous aurons atteint, je crois, le maximum désirable.

Quels sont donc ces procédés si rapides ? Entraînent-ils une complication dans les préparations ?

Non; il semble, au contraire, que c'est en simplifiant de plus en plus, en ramenant la composition des agents sensibles vers l'état le plus voisin de la pureté, qu'on arrive au maximum de sensibilité, et, si les photographes, moins absorbés par leurs propres travaux, avaient mieux suivi les recherches scientifiques, si d'autre part les savants, trop écartés de la Photographie, avaient pris plus d'intérêt à ses progrès, ces procédés nouveaux, dont la vulgarisation remonte à peine à la fin de l'année 1878, auraient dû être connus depuis 1873 ou 1874, époque à laquelle M. Stas, l'éminent chimiste belge, publia ses études sur les divers états du bromure d'argent pur et signala les différences d'action lumineuse suivant les modifications obtenues.

Je vous ai montré ce que j'ai réuni de clichés instantanés. On rapporte qu'en Angleterre un opérateur aurait pu saisir ainsi chaque goutte d'eau de la gerbe d'un arrosoir; un autre aurait saisi l'hirondelle au vol et fixé le reflet jeté sur l'étang qu'elle traversait : je regrette de ne pouvoir vous montrer ces merveilles, je vous les raconte comme elles m'ont été contées.

La Photographie réunit donc maintenant les trois qualités

de fidélité, facilité, rapidité : mais peut-on toujours les employer dans les conditions multiples de ses nombreuses applications ?

Nous ne pouvons encore l'affirmer. Ainsi la grande facilité, s'il s'agit d'opérations lointaines, ne peut marcher qu'avec des dimensions restreintes; la grande rapidité donne dans l'épreuve un léger grain qui pourrait nuire aux forts agrandissements astronomiques ou autres. Nous avons donc les diverses parties d'un tout; chacune, mise à sa place, peut donner d'excellents résultats, mais on ne pourrait encore sans quelques inconvénients les substituer les unes aux autres, et il faut chercher pour chaque emploi les méthodes les mieux appropriées.

Examinons maintenant quelques-unes des applications qui ont été ou qui peuvent être faites des ressources que nous donnent les procédés photographiques.

Quel que soit le but que le savant se propose dans les recherches entreprises, surtout lorsqu'il s'agit des sciences d'observation, qu'il veuille réunir les documents, les utiliser, les produire, prouver les résultats acquis, il semble que toujours il devrait avoir près de lui la Photographie comme la fidèle compagne de ses travaux, comme la manifestation la plus saisissante de la vérité.

Ainsi, grâce aux facilités plus grandes qu'autrefois données récemment dans nos bibliothèques, l'érudit qui a besoin d'un texte rare ou unique peut en obtenir à distance le fac-simile, qu'il consulte et commente avec une sécurité bien plus grande que s'il s'agissait de la meilleure copie.

Si un manuscrit a été altéré, s'il est devenu presque illisible, le plus souvent l'opération photographique bien conduite, surtout si elle a été dirigée dans ce but spécial, retracera les caractères effacés et réparera pour l'avenir les dommages du temps en donnant la copie authentique d'un texte qui va disparaître.

Précédemment j'ai déjà montré des palimpsestes ainsi régénérés. De même qu'à Naples un service spécialement installé autrefois, et peut-être encore aujourd'hui, déroulait avec de grandes difficultés les papyrus carbonisés d'Herculanum et de Pompéi pour rechercher si l'Histoire et les Lettres ne feraient pas ainsi quelques découvertes importantes, de même, avec moins de frais et moins de peine, on pourrait soumettre à l'analyse de l'objectif photographique ceux des anciens manuscrits de nos bibliothèques soupçonnés de recéler quelque écriture effacée. Ces recherches ne se présentent-elles pas dans des conditions identiques à celles où se trouve l'archéologue, qui, dans les fouilles qu'il fait exécuter, peut ramener à la lumière tantôt des poteries

sans valeur, tantôt des trésors enfouis depuis des siècles, comme ceux retrouvés à Troie et à Mycènes?

Vous savez du reste que la Justice, plus pratique que la Science, s'est emparée de cette propriété que possède la Photographie de faire reparaître les caractères effacés et l'utilise pour la recherche des faux et la punition des faussaires.

Les reproductions photographiques sont si simples, que l'on comprend difficilement que les manuscrits uniques de grand intérêt ne soient pas ainsi copiés peu à peu pour faire des échanges entre les diverses grandes bibliothèques.

Cette application, cependant, a reçu un commencement d'exécution, et M. Ch. Ravaisson a entrepris la reproduction des manuscrits de Léonard de Vinci que possède la bibliothèque de l'Institut. Déjà le premier fascicule est publié, en donnant le fac-simile de chaque page et en respectant cette bizarrerie de l'auteur de tout écrire à rebours. N'est-il pas à désirer qu'un semblable travail soit fait sur tous les autres manuscrits de Léonard de Vinci qui sont disséminés en Italie, en Angleterre, car les œuvres de ce grand génie, qui fut à la fois peintre, sculpteur, physicien, géomètre, architecte, ingénieur civil et militaire, seront ainsi à la disposition de tous, et l'on n'aura plus à craindre les accidents et les vols qui déjà ont occasionné de regrettables lacunes dans les originaux.

Du savant bibliophile au savant archéologue il n y a qu'un pas, et quelles facilités la Photographie donne maintenant à ce dernier! Parlerons-nous des inscriptions anciennes qu'il faut soit copier à la main avec des chances d'erreur et d'interprétation toujours contestable, soit estomper longuement avec l'encombrement et l'embarras des trésors acquis? Quelquefois même il faut les abandonner, si ces inscriptions sont placées dans des conditions inaccessibles.

Doublez l'épigraphiste d'un photographe, il copiera rapidement, sa nserreur possible, tout ce qu'il verra. S'il peut choisir convenablement un éclairage oblique, il fera ressortir tous les détails. Veut-il obtenir les plus faibles vestiges, il prendra une épreuve stéréoscopique, et, par l'angle exagéré sous lequel seront faites les deux images, il fera saillir trop fortement sans doute les creux et les reliefs de l'écriture gravée, mais peut-être découvrira-t-il quelques restes de lettres qui lui eussent échappé sans cet artifice.

L'inscription est-elle placée si haut et si loin qu'on ne puisse l'atteindre, comme celle-ci, qui est incrustée dans la partie supérieure d'un minaret de Tlemcen et qui a été relevée photographiquement par M. le Dr Colin, il suffira de mettre rigoureusement au point sur la partie où se trouve l'inscription, et, si l'on prend les soins nécessaires, cette inscription viendra si fine et si nette, qu'on pourra l'agrandir, puis la

commenter comme si on l'avait sous la main. On pourra même, dans les épreuves, trouver des richesses inattendues. Ainsi M. Radau, dans son intéressante et savante brochure sur les applications scientifiques de la Photographie, rappelle que le baron Gros, ministre plénipotentiaire en Grèce et fervent adepte de la découverte de Daguerre, en examinant à la loupe une épreuve qu'il avait faite de l'Acropole d'Athènes, découvrit sur une pierre une sculpture égyptienne, un lion dévorant un serpent, sculpture qui avait échappé jusque-là aux investigations faites sur place.

Je ne crois pas utile d'insister plus longtemps sur l'importance de la Photographie appliquée aux recherches archéologiques. Ce sujet a été traité en détail, avec grands soins, par M. Trutat dans une brochure spéciale; il aurait pu y joindre son appréciation des services qu'elle rend à la Géologie, car ce savant l'a utilisée dans les constatations qu'il a faites de blocs erratiques et de moraines d'anciens glaciers.

Du reste, actuellement, presque toutes les Communications que les archéologues font au Ministère de l'Instruction publique sont accompagnées de la photographie, c'est-à-dire de la pièce authentique faisant foi du fait avancé; mais nous devons regretter que ces pièces trahissent une main presque toujours inhabile.

Dans ces recherches, l'absence de lumière n'est plus qu'un inconvénient, et non un obstacle à la photographie de sujets intéressants. Déjà, il y a plus de vingt ans, M. Nadar employait la lumière électrique pour faire des épreuves dans les catacombes de Paris. Actuellement, on peut le plus souvent remplacer la lumière électrique en brûlant, avec un ou deux appareils convenables, quelques grammes de magnésium : c'est ainsi que M. Berthaud a reproduit, dans l'église de Saint-Piat, un tombeau gallo-romain à peine éclairé. Du reste, la découverte des préparations extrasensibles dont je vous ai entretenus facilite de plus en plus l'emploi des éclairages artificiels.

Ces services rendus à l'Histoire et à l'Archéologie étaient bien prévus par Arago, lorsque, dans son Rapport à la Chambre des Députés, il disait :

« A l'inspection (des épreuves daguerriennes) des tableaux qui passeront sous vos yeux, chacun pensera à l'immense parti qu'on aurait tiré, pendant l'expédition d'Égypte, d'un moyen de reproduction si exact et si prompt, et chacun sera frappé de cette réflexion que, si la Photographie avait été connue en 1798, nous aurions aujourd'hui des images fidèles d'un bon nombre de tableaux emblématiques dont la cupidité des Arabes et le vandalisme de certains voyageurs ont à jamais privé le monde savant. »

Et il ajoutait :

« Munissez l'Institut d'Égypte de deux ou trois appareils de Daguerre, et les dessins obtenus surpasseront en fidélité et en couleur locale les œuvres des plus habiles peintres. »

Ces prévisions sont maintenant complètement réalisées. Aujourd'hui, le génie de notre illustre compatriote M. de Lesseps a fait de l'Égypte le passage de tous les peuples, comme bientôt, tranchant les deux Amériques, il ouvrira par l'ouest le plus court chemin vers l'extrême Orient. Aussi les nombreuses collections rapportées de cette partie de l'Afrique nous donnent une idée tellement exacte des localités, que nous reconnaissons ces contrées que nous n'avons jamais vues, et, tranquillement assis, grâce aux belles épreuves que M. Lévy a mises à notre disposition et que je regrette de ne pouvoir projeter toutes devant vous faute de temps, nous allons dans un instant remonter le Nil jusqu'aux rives de la Nubie. Aujourd'hui le savant égyptologue peut feuilleter dans son cabinet ces grands livres de pierre où se trouve écrite l'histoire d'une antique civilisation; il peut même réclamer de loin la page encore enfouie dans les sables de Memphis ou de Thèbes, et il transmettra ses découvertes et ses travaux aux âges futurs par des gravures que les procédés de Niepce ou de Talbot creuseront dans l'acier ou le bronze sans erreur comme sans oubli.

Nous commençons notre voyage d'Égypte en débarquant à Alexandrie, où nous voyons la colonne dite de Pompée; de là nous passons au Caire, près duquel se trouvent les Pyramides, le grand Sphinx et les restes de l'ancienne Memphis; puis nous louons une grande barque, que l'on nomme *dahabieh*, dans l'intérieur de laquelle on est très confortablement installé pour le voyage, et, passant par Siout, nous arrivons à Abydos, dont nous visitons le grand temple à l'extérieur et à l'intérieur; nous atteignons ensuite Thèbes aux cent portes, nous voyons la grande avenue des Béliers, et, dans la série des villages qui se sont partagé les ruines de la grande cité, nous visitons à Louqsor le frère de notre obélisque, à Karnak les ruines du temple de Rhamsès IV, couvertes d'hiéroglyphes, et les statues de Memnon; l'une d'elles rendait des sons harmonieux sous l'influence des premiers rayons du Soleil levant et pourrait compter comme le plus antique des photophones. Après Assouan, à l'origine de la première cataracte, nous abordons l'île de Philœ, nous en examinons les ruines splendides et nous pénétrons en Nubie, où nous trouvons les ruines du temple de Kardassy, celles non moins belles du temple de Kirshe, et nous terminons notre rapide voyage, qui grâce à la Photographie n'a pas duré plus de cinq minutes, en nous arrêtant à Ibsamboul, à la deuxième cataracte. Là nous visitons

les colosses qui gardent l'entrée du grand temple souterrain ([1]).

Nous regrettons que de plus hardis voyageurs, aussi habiles en Photographie, ne nous emmènent pas jusqu'à Kartoum et même jusqu'aux grands lacs du centre de l'Afrique, et nous répétons de nouveau cette phrase d'Arago : « Les dessins obtenus surpasseraient en fidélité et en couleur locale les œuvres des plus habiles peintres, » en ajoutant toutefois : si ces grands explorateurs de l'Afrique centrale avaient eu non seulement les appareils, mais les hommes capables de les utiliser.

Dans notre voyage précipité, nous n'avons pas oublié de relever des inscriptions hiéroglyphiques pour les égyptologues; en voici quelques spécimens, pris dans le Rhamseion de Thèbes, dans les temples de Dakkeh, d'Abydos, sur le mur d'enceinte d'Edfou, dans la grande salle hypostyle de Karnak et dans le temple de Denderah.

Le rôle de la Photographie dans les missions scientifiques était donc tout tracé, il y a quarante ans, par le savant rapporteur de la Chambre des Députés, et, quand on a vu avec quelle facilité, quelle fidélité, quelle rapidité on peut obtenir l'image photographique, on comprend difficilement que toute mission scientifique, tout voyage d'exploration ne soient pas pourvus des instruments et produits nécessaires confiés à une personne ayant prouvé qu'elle saura en tirer un utile parti.

Nous sommes obligés de reconnaître que, pour les missions, les prévisions d'Arago ne se sont pas complètement réalisées jusqu'ici; hâtons-nous de le dire, la faute n'est pas au procédé. L'homme chargé d'une mission scientifique n'a que bien rarement le temps nécessaire pour l'étude multiple qu'on lui demande d'accomplir; il lui faut, en quelques mois, perfectionner les notions qu'il peut avoir sur la Géodésie, la Géologie, la Zoologie, la Botanique, la Taxidermie, l'Anthropologie, l'Archéologie, et on lui demande bien d'autres choses encore; puis il faut y joindre la Photographie; trompé par l'apparente facilité de la mise en œuvre, il emporte les appareils sans en avoir suffisamment étudié l'emploi, et il doit nécessairement échouer quand il en voudra faire usage.

Cet état de choses durera tant que le missionnaire, avant son départ, ne trouvera pas un centre où il puisse apprendre les procédés qui semblent les meilleurs pour le but qu'il se propose d'atteindre et tant que ce centre ne recevra pas de lui, au retour, les renseignements sur les difficultés, les

---

([1]) Nous désirons remercier ici M. Molteni, qui, pour ces nombreuses et rapides projections, avait installé plusieurs appareils à lumière oxhydrique, de manière à suivre toujours la parole du conférencier.

mécomptes qui se sont présentés et qui nécessitent des améliorations pour les missions futures.

Parmi les missionnaires que nous avons connus et sur lesquels nous avions fondé quelques espérances d'envois photographiques expédiés du centre de l'Afrique, rappelons nos malheureux compatriotes : l'abbé Debaize, missionnaire du Gouvernement, et le P. Ruellan, de la mission d'Algérie. Tous deux, ne pouvant résister aux pernicieuses influences du climat africain, sont morts dans la première période de la tâche entreprise pour la Science et pour la Foi.

Plus heureux, M. Charnay a rapporté du Mexique et de Java des photographies et des types intéressants; tels sont les bas-reliefs et l'ensemble du temple de Boerve Bedor, et nous avons l'espoir que nous recevrons bientôt des collections plus importantes de sa nouvelle excursion dans les contrées mexicaines.

Un autre missionnaire du Gouvernement, M. Rabot, a bien voulu nous prêter une épreuve faite à Hindö, la plus grande des îles Lofoden, au nord de la Norvège, le 31 août dernier à 2^h du matin, au moment où le Soleil, passant par-dessus une haute montagne, vient illuminer les crêtes du Middagstind (l'aiguille du Midi).

M. Rabot nous a raconté que dans son voyage il avait éprouvé une difficulté photographique à laquelle nous n'aurions pas pensé : c'était l'impossibilité de trouver l'obscurité nécessaire pour changer les glaces des châssis et développer les épreuves, car à ce moment les jours n'avaient pas de nuit, la contrée n'avait pas de maison, et le missionnaire n'avait pas de tente; il couchait en plein air, enveloppé dans une peau de renne.

La Photographie vient aussi en aide au travail du topographe et du géographe; les relevés, faits dans les conditions nécessaires, concourent à l'exactitude du tracé des Cartes, et ce procédé, que les artistes accusent de tout déformer, donne aux ingénieurs la rigoureuse exactitude qui leur est nécessaire pour leurs plans.

M. Civiale a fait par ces moyens une Carte générale des Alpes : c'est le résultat d'un travail commencé il y a vingt-deux ans et entièrement achevé aujourd'hui. Pendant douze ans, M. Civiale s'est astreint à aller chaque année, dans la saison la plus favorable, faire l'ascension d'une série de sommets convenablement choisis, pour obtenir photographiquement les vues qui lui étaient nécessaires. Parti des montagnes du Dauphiné, il s'est arrêté à celles de la Carinthie et, sur ce vaste espace, il a relevé quarante et un panoramas, embrassant chacun un tour complet d'horizon. Ces panoramas lui ont servi à calculer les hauteurs et les positions de tous les autres points, et, muni de ces éléments, s'appuyant sur les travaux déjà accomplis, il a pu mener à bien cette œuvre considérable.

Des essais de Photographie en ballon, tentés autrefois par M. Nadar et plus récemment par M. Desmaret, ont donné des résultats assez encourageants pour qu'on puisse espérer les renouveler d'une manière tout à fait satisfaisante.

Arago disait encore en 1839 : « Nous ne pouvons guère, en parlant de l'utilité scientifique de l'invention de notre compatriote, procéder que par voie de conjectures ; mais les faits sont palpables et nous avons peu à craindre que l'avenir ne nous démente. Il est permis, ajoutait-il, d'espérer qu'on pourra faire des Cartes de la Lune et qu'on obtiendra ainsi en quelques minutes un des travaux les plus longs, les plus minutieux, les plus délicats de l'Astronomie. »

Vous savez que nous avons maintenant des photographies de la Lune et même des photogravures, car, dans la brillante réunion qui a eu lieu récemment à l'Observatoire de Paris, M. le contre-amiral Mouchez a pu offrir à chacun de ses invités une photogravure de la Lune gravée par les procédés de M. Garnier.

Mais je ne saurais revenir sur l'intérêt que présentent ces épreuves lunaires lorsqu'une voix bien autrement savante et autorisée que la mienne, celle de M. Faye, vous a entretenus de ce sujet d'une manière si attrayante dans sa conférence du 15 janvier dernier.

Nous devons croire cependant que les résultats actuels seront encore dépassés ; avec les grands instruments nouveaux, avec les procédés rapides, nous obtiendrons certainement des épreuves de plus en plus nettes de notre satellite, supportant des agrandissements de plus en plus considérables, si bien qu'aucune modification ne pourra s'accomplir sur la surface lunaire sans que nous en soyons immédiatement avertis.

Cette application de la Photographie s'étend aux étoiles et même aux nébuleuses, et nous devons à l'obligeance de M. Janssen, directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon, une série d'épreuves astronomiques que nous allons projeter devant vous et qui prouveront l'intérêt considérable que présentent ces applications de la Photographie, quoique M. Janssen n'ait voulu me confier ces images célestes que comme spécimens de premiers essais : seulement, ce sont les essais d'un maître. Une première épreuve montre la photographie des étoiles qui se trouvent dans le champ de l'instrument autour de la nébuleuse d'Orion ; la pose n'a été que de cinq minutes ; elle accuse les étoiles les plus brillantes, et déjà la nébuleuse commence à s'estomper.

Les étoiles, n'étant pour nos instruments que des points lumineux dans les profondeurs de l'espace, ne peuvent être rendues sur l'épreuve que par des points ; ceux-ci se distinguent assez facilement des impuretés de la couche sensible. Mais, pour obvier à toute incertitude, M. Rutherfurd a imaginé, après

une première pose, de déplacer légèrement la glace et de faire une seconde pose; chaque étoile donne donc une image double qu'on ne peut plus confondre avec un accident de la couche sensible, et l'on obtient ainsi nettement leurs positions respectives.

Si la pose est plus prolongée, avec des plaques suffisamment sensibles, on arrive à photographier des étoiles de 9e et de 10e grandeur; en même temps l'action photographique des nébuleuses s'accentue davantage, l'estompage s'agrandit considérablement et la nébuleuse montre sa forme, qui deviendra de mieux en mieux marquée à mesure que les expériences seront plus précises.

Et si nous répétons ce que nous avons déjà dit, que la Photographie peut voir ce qui échappe à notre vue, que c'est un œil plus sensible et plus précis que le nôtre, que non seulement elle perçoit, mais enregistre ce qu'elle a perçu, nous devons reconnaître qu'elle ouvre devant les savants un horizon sans bornes de recherches et de découvertes.

L'étude photographique du Soleil ne devait pas présenter moins d'intérêt, et au moyen d'une installation convenable il fut possible, à l'Observatoire de Kew, en Angleterre, de faire en dix ans deux mille deux cent soixante-dix-huit photographies du Soleil, donnant les éléments nécessaires pour la constatation du nombre, de la position et de la dimension des facules et des taches qui se produisent sur la surface solaire.

Mais les tentatives faites alors pour aller au delà étaient restées sans résultat, et l'on avait essayé en vain d'obtenir par la Photographie ces granulations ou grains de riz qui couvrent le Soleil et dont l'œil ne peut que rarement entrevoir l'existence, puisque M. Langley, des États-Unis, pense qu'en l'espace de six ans, et en additionnant les séries de minutes successives pendant lesquelles il a pu constater à l'œil ce phénomène, il ne peut assurer l'avoir vu pendant une demi-heure; l'intensité de la lumière solaire, loin d'être une aide, était au contraire un obstacle pour l'observation.

M. Janssen put vaincre cette difficulté par des poses excessivement courtes, qu'il ramène par le calcul à l'évaluation fixe d'une exposition faite directement à la lumière solaire, sans passer par les milieux réfringents, et en tenant compte d'un agrandissement considérable; cette exposition ainsi calculée serait de $\frac{1}{3000}$ de seconde. Par cette rapidité il obvie aux phénomènes de l'irradiation, qui produisent, en Photographie, un élargissement d'autant plus considérable des points lumineux que la pose est plus prolongée. Il rétrécit de cette manière l'action des divers rayons du spectre et ne laisse agir que ces rayons bleu violeté qui sont limités vers la raie G. Par ce moyen il obtient les détails de la surface solaire, comme dans un portrait rigoureusement mis au point, mais de pose insuf-

lisante, on fait ressortir tous les grains de la peau; il montre ces granulations sphéroïdales de la photosphère, qui sont incessamment agitées de mouvements extra-rapides.

Voici d'abord deux ensembles, deux soleils complets, qui nous montrent que les taches sont des accidents variables de la surface solaire et qui nous donnent une idée de l'aspect général; puis, par un agrandissement assez fort, nous pénétrons dans la structure de ces taches; nous voyons que la pénombre des bords présente les stries et les granulations de la photosphère, c'est-à-dire de l'enveloppe lumineuse du Soleil; ces granulations, que M. Langley avait tant de peine à observer, sont fixées par les poses rapides de M. Janssen, qui peut ainsi en étudier tous les détails à loisir et sans fatigue. Dans ces épreuves, certaines parties sont moins nettes que les autres: ce serait, paraît-il, celles où les courants ascendants d'hydrogène viennent brasser et mélanger les nuages photosphériques qui forment les granulations.

M. Bell, l'inventeur du photophone, visitant l'Observatoire de Meudon et voyant les beaux agrandissements des images du Soleil qui y sont obtenus, eut l'idée d'appliquer le photophone aux investigations solaires, espérant forcer ainsi l'astre lui-même à nous raconter ce qui se passe à sa surface. Les premiers essais pour une application directe n'ont pas réussi; mais là encore M. Janssen, qui reconnaît si bien quel auxiliaire puissant toutes les sciences trouvent dans la Photographie, a pensé qu'il pourrait prendre celle-ci comme intermédiaire entre le Soleil et le photophone. Par sa rapidité d'impression, elle pourra sans doute fixer les intermittences lumineuses qu'occasionnent à la surface de l'astre les tempêtes solaires, et le photophone, les reprenant sur l'épreuve qui en a gardé l'image en fera vibrer l'écho jusqu'à nos oreilles.

Dans ces grandes applications scientifiques, nous pouvons trouver des recherches qui nous paraissent d'un intérêt plus immédiat, qui nous touchent en quelque sorte directement.

Nous savons combien il est agréable pour nos projets personnels, combien il est important pour la vie de nos marins, pour les richesses de nos agriculteurs, de prévoir le temps du lendemain. L'aspect de la Lune, des cernes, couronnes, halos qui l'entourent nous sont déjà des pronostics précieux; mais sur un mois, suppose-t-on un ciel toujours sans nuages, les phases de la Lune suppriment un grand nombre d'observations. Le Soleil, au contraire, dans sa marche régulière, serait un sujet précieux d'examen, si son éblouissante lumière n'y mettait pour nous un complet obstacle. La Photographie rapide peut voir en quelques millièmes de seconde ce qui est refusé à notre vue; elle peut enregistrer les accidents qui paraissent se manifester autour de l'image solaire et qui semblent devoir

être attribués aux troubles supérieurs de l'atmosphère. Dans cette étude, entreprise par M. Zenger, professeur à l'Institut polytechnique de Prague, on trouvera peut-être de précieux renseignements sur les probabilités du temps prochain. Je mets sous vos yeux un tableau de ces photographies envoyées de Prague et que M. le directeur de l'Observatoire de Paris a bien voulu me prêter. Voici la projection de quelques-unes des épreuves de ce tableau. Depuis, M. Zenger a continué ses observations, et voici quelques spécimens qu'il a eu la gracieuseté de m'envoyer spécialement pour vous les montrer aujourd'hui.

On s'est demandé si ces divers accidents, ces cernes, couronnes, trombes elliptiques ou circulaires qui sur les photographies entourent le Soleil plus ou moins régulièrement ne seraient pas dus à des taches et à des erreurs de manipulation. La régularité des résultats dans les observations qui se succèdent immédiatement, la variété des phénomènes constatés à des intervalles de plusieurs mois, prouvent que ces images ne peuvent provenir d'erreurs, de taches dans les manipulations photographiques. Si ces accidents avaient pour cause des perturbations optiques produites dans les instruments, il semble qu'ils devraient être toujours les mêmes; il y a donc lieu de croire que ces épreuves nous montrent un phénomène extérieur, que la Photographie rend visible, mais dont l'explication est en dehors de notre compétence.

La Photographie offre encore son appui à la Météorologie pour la plupart des constatations que celle-ci doit enregistrer. Il suffit qu'un rayon lumineux vienne frapper les colonnes barométriques, thermométriques, psychrométriques, les aiguilles magnétiques et passe au delà, pour que l'ombre indicatrice projetée sur une surface photographique mue par un mouvement d'horlogerie indique à chaque instant les variations de ces ombres, les mouvements des instruments et les enregistre avec une régularité que ne pourrait donner l'observateur le plus dévoué.

Ajoutons que nous sommes surpris que l'on n'ait pas encore employé, à notre connaissance du moins, les préparations photographiques pour enregistrer automatiquement les dépêches transatlantiques. Celles-ci sont indiquées par les oscillations d'un petit miroir : ne suffirait-il pas, pour écrire la dépêche, que ce miroir reflétât un rayon convergent donnant un point lumineux dont les mouvements viendraient s'inscrire instantanément sur l'une des surfaces extra-sensibles que nous possédons actuellement.

L'étude des infiniment petits a une importance au moins aussi grande que celle des vastes espaces célestes, et assez souvent ces études s'appuientsur la Photographie. Celle-ci cependant n'est pas encore employée d'une manière assez générale;

cela tient sans doute aux difficultés qui se présentent lorsqu'il s'agit de grossissements considérables, mais cela tient surtout à ce que les observateurs ont rarement une connaissance suffisante des procédés photographiques qu'ils veulent employer. Si, imitant ce que M. Janssen a fait pour l'Astronomie, chaque micrographe recherchait les meilleures conditions à réaliser pour l'œuvre qu'il veut entreprendre, on arriverait à des découvertes nouvelles et à saisir, comme l'a fait plusieurs fois M. Ravet de Surgères, des détails qui échappent sous le microscope à l'appréciation de l'œil, comme le prouvent les épreuves de diverses Diatomées que l'on projette devant vous, qui sont grossies à 350 diamètres et qui sont, les deux premières des *Actinocyclus*, la dernière la *Pinnularia viridis*.

Il est fait de cette application un emploi très heureux dans les Cours de nos savants professeurs. Ainsi je vous montre les granules de la levûre de bière. Cette épreuve, faite pour les projections dont M. A. Girard illustre ses leçons au Conservatoire des Arts et Métiers, représente la levûre agrandie dans une proportion qui est de 200 diamètres sur la petite photographie et qui dépasse 10000 diamètres sur l'écran.

Devant ces résultats on se prend à regretter de ne pas être initié plus profondément, par de semblables images, aux grandes recherches de M. Pasteur sur les causes de transformation et de destruction générale amenées par la vitalité rapide et tenace des infiniment petits.

On peut regretter encore que nous ne puissions par une étude suivie, faite en même temps au microscope et à la chambre noire, montrer ici les évolutions successives de ces petits êtres, qui, plus forts que toute puissance humaine, ruinent des pays entiers par leur effrayante multiplication. Voici quelques épreuves du Phylloxera sous ses différents aspects. Nous voudrions voir, pour ce terrible ennemi de nos vignes, une série d'observations dans le genre que celle que Bertsch put saisir autrefois sur un parasite de la tête humaine, dont vous voyez ici l'œuf attaché sur son cheveu. Voici l'animal presque développé ouvrant l'opercule de sa prison; il en sort tranquillement, il abandonne vide l'enveloppe transparente dans laquelle il a pris naissance, et il se montre à vous dans sa repoussante laideur.

Nous avons quelques autres micrographies photographiques qui peut-être vous intéresseront.

Quelques grains de poussière de l'aile d'un papillon;
La trompe d'une mouche;
Un fragment de l'œil, de la cornée d'une mouche;
Une puce d'hirondelle;
La tête d'un cousin;
L'acarus de la gale;

Une portion de muscle envahi par les trichines;
Les globules du sang humain.

Je pourrais vous citer beaucoup d'autres applications, car, je le répète, il n'est pas une science qui ne soit maintenant plus ou moins tributaire de la Photographie; celle-ci vient en aide même aux sciences exactes, en leur facilitant la reproduction et la gravure rigoureuse de leurs figures et de leurs formules.

Nous avons indiqué son emploi dans l'enseignement supérieur; mais cet emploi est encore tout tracé dans l'enseignement primaire, où l'instituteur, par quelques projections photographiques bien choisies, intéressera l'enfant par les yeux et frappera son intelligence et sa mémoire bien mieux que par les plus habiles explications.

Mais je m'arrête, et, en réalité, il n'était pas nécessaire que je vinsse devant vous traiter ce sujet des applications de la Photographie à la Science : chaque conférence scientifique, chaque Cours de nos professeurs, chaque Livre, chaque illustration parle plus haut et mieux que moi, et vous montre que la Science et la Photographie sont désormais solidaires : tout progrès de celle-ci facilitera les progrès de celle-là.

Résumons donc en quelques mots cette trop longue conférence.

La Photographie comprend l'ensemble des méthodes qui permettent de reproduire fidèlement, facilement, rapidement, par l'action de la lumière, tout ce que celle-ci rend visible à nos yeux. Les applications en sont illimitées; elles ont dépassé les prévisions conçues dès sa naissance.

Mais, pour que ces applications puissent être faites et développées, il faut commencer par connaître d'une manière générale les réactions et les manipulations des divers procédés, l'emploi des instruments, etc. C'est en vue de cette étude que l'Association scientifique de France a créé un Cours dont elle nous a confié la lourde tâche, et, dans une série de leçons qui commenceront le mardi 8 mars pour être continuées les mardis suivants, nous développerons les règles générales et les procédés divers de ce mode de représentation des choses visibles.

Il faut qu'une fois maître de ces méthodes générales, celui qui en veut faire une application les étudie d'une manière spéciale et les approprie au but qu'il poursuit.

Il faut que la Science pure ne dédaigne pas de nous donner un concours plus actif, et, si aujourd'hui d'incontestables services sont rendus par la Photographie appliquée aux sciences, ils s'augmenteraient rapidement par l'application des sciences à la Photographie.

Le Gérant, E. Cottin.

Paris — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaissances scientifiques.

20 MARS 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 51.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 26 MARS, A LA SORBONNE.

M. **Pasqueau**, ingénieur des Ponts et Chaussées : Les embâcles de glace en 1879-1880.

Note sur les vignes du Soudan; par M. A. Lavallée.

On s'est beaucoup occupé, depuis quelques mois, de vignes découvertes dans le Soudan, et qui, au dire de leur collecteur, M. Lécard, seraient propres à reconstituer nos cépages dévastés par le Phylloxera.

L'étude que j'ai faite d'un grand nombre d'Ampélidées a tout naturellement appelé mon attention sur les espèces de l'Afrique équatoriale; je me détermine à entretenir à leur sujet la Société nationale d'Agriculture de France, car il me semble lui appartenir de ne pas laisser s'accréditer une illusion dangereuse.

M. Lécard, voyageur chargé de l'exploration scientifique des contrées situées entre le Sénégal et le Niger, a publié à Saint-Louis une brochure destinée à faire connaître ces vignes, qui seraient au nombre de cinq, mais dont l'absence de toute description ne permet pas de constater la valeur. Ces vignes tuberculeuses ont des tiges annuelles et produisent de nombreuses grappes de raisin violet ou noirâtre. Leur végétation serait si rapide, que l'une d'elles, découverte le 3 juin, alors que ses tiges commençaient à peine à sortir de terre, avait déjà des fruits le 14 du même mois : onze jours auraient donc suffi à l'allongement des tiges, au développement des feuilles, à l'épanouissement des fleurs et à la formation des fruits. Une telle activité n'a jamais encore été constatée dans le règne végétal.

M. Lécard oublie assurément que ses vignes, quoiqu'à tiges

annuelles, ont une tige souterraine qui ne reste pas inerte et dont les évolutions ne sont pas limitées à la courte période de la vie extérieure de la plante; en effet, dans quatre études successives, il apprécie la somme de chaleur nécessaire à l'accomplissement total de la végétation hors du sol de ces espèces, et en tire cette conclusion, qu'il faudrait en France soixante à cent dix jours d'une température de 15° à 16° pour obtenir les mêmes avantages. « Donc, dit-il en terminant, l'acclimatation des vignes annuelles du Soudan est certaine en France, et j'ajouterai que, d'après nos observations, la plus grande chaleur étant surtout exigée au moment de la floraison, ce résultat sera facile à obtenir, car les mois de juin et juillet sont généralement les plus chauds de l'année; la température d'août, de septembre ou même d'octobre sera plus que suffisante pour la maturité parfaite des raisins.

» Quant à la rusticité de la plante et à la question de savoir si ses racines résisteront aux hivers, je dirai que les plantes qui résistent à huit mois de sécheresse résisteront certainement aux hivers rigoureux, car la sécheresse produit sur les végétaux les mêmes effets que le froid; lorsqu'elle arrive dans le Soudan, la végétation cesse complètement pour reparaître aux premières pluies, comme elle cesse aux premiers froids pour reparaître aux premières chaleurs en Europe. Cependant, pour ne pas compromettre les premières plantations d'un végétal aussi important et d'un si grand avenir, je conseillerai de couvrir les racines pendant les premiers hivers.... On pourra même les rentrer en cave comme on le fait pour les plantes vivaces à tiges caduques, dahlias et autres; il sera plus simple et plus certain de cultiver mes vignes comme on cultive les artichauts et le houblon. »

Les assertions de M. Lécard, il faut bien le dire, ont presque partout trouvé créance; elles ont été accueillies avec la plus grande faveur, et de tous côtés les demandes de graines sont arrivées, soit au Ministère, soit à la Commission supérieure du Phylloxera, soit au Muséum d'Histoire naturelle. M. Lécard avait dit en effet dans sa brochure : « Je céderai donc de préférence les quelques graines dont je puis disposer aux Sociétés savantes, aux Jardins botaniques ou d'acclimatation, aux horticulteurs et viticulteurs spéciaux, et surtout aux intelligents colons de l'Algérie. »

Mais, changeant bientôt d'idée, il avait, paraît-il, demandé, pour céder sa récolte de graines, une somme élevée; on a même prononcé le chiffre de 500000fr. Depuis, le malheureux voyageur, revenu dans un état de santé très précaire, est mort dès son arrivée en France.

Pour apprécier la valeur que l'on devait attribuer à l'introduction de ces vignes, n'aurait-il pas été à propos d'examiner

la climatologie de la contrée où elles croissent? Le Soudan, comparable aux contrées les plus chaudes de l'Inde, a deux saisons caractérisées, l'une brûlante et sèche, l'autre tout aussi torride, mais excessivement humide; des torrents d'eau tombent alors sans interruption. Pouvons-nous trouver ces conditions sur quelque point de notre sol? Non, assurément; les vignes du Soudan ne seront jamais cultivées en France que dans une serre chaude humide, c'est-à-dire dans le milieu factice le plus difficile à constituer pour abriter les plantes des régions chaudes. Et, en effet, les espèces du Sénégal et du Soudan, comme celles de presque toutes les contrées équatoriales, exigent impérieusement un pareil traitement. Nos rigoureux hivers, saison de repos en effet pour les végétaux de nos contrées, ne sauraient en aucun cas être assimilés aux sécheresses des pays chauds, car le froid n'empêche pas l'humidité, et les tissus des parties souterraines des plantes du Soudan, toujours gorgés de liquide, seraient détruits dès la première heure.

Enfin, est-il besoin de le dire, sous notre climat l'activité végétative a lieu pendant l'été, c'est-à-dire pendant la période de grande sécheresse et non pendant la période de grande humidité. Les exigences des végétaux de l'Afrique équatoriale sont donc exactement en raison inverse de celles des plantes européennes : c'est le repos avec la sécheresse et l'activité avec l'humidité, tandis qu'en France le froid correspond à la vie latente, et que l'été, avec son soleil et la siccité de l'air, est l'époque où se manifeste puissamment la vie des plantes. Tout naturellement les essais de culture de notre vigne dans les pays chauds ont constamment échoué; elle y vit peu, et les rares raisins qu'elle produit se dessèchent toujours longtemps avant la maturité.

On a dit, il est vrai, qu'il était possible de cultiver les Ampélidées de M. Lécard comme le dahlia, par exemple. Mais le dahlia est originaire des régions montagneuses du Mexique, c'est-à-dire d'un pays dont le climat se rapproche sensiblement du nôtre, ce qui n'empêche pas la plus légère gelée de détruire ses tiges et ses feuilles; des froids peu rigoureux, joints à la moindre humidité, déterminent la pourriture de ses tubercules. Une autre espèce de dahlia, quoique également mexicaine, mais originaire d'une contrée un peu plus chaude, le *D. imperialis* (Roelz), ne parvient même pas à fleurir avec le mode habituel de culture.

La patate, originaire de contrées chaudes, quoique anciennement introduite, reste toujours, et partout, en France, d'une culture difficile; nulle part on ne parvient à obtenir la maturité de ses racines tubéreuses, et l'on ne peut les conserver qu'avec peine dans des endroits où la température reste très élevée.

Que de tentatives n'a-t-on pas faites pour introduire la cul-

ture du coton dans le midi de la France ? N'ont-elles pas été toutes malheureuses ? On se souvient des essais répétés que Napoléon entreprit pour doter l'Andalousie de cette précieuse plante, qui devait devenir une source de richesse pour ce beau pays : ils échouèrent complètement, malgré la volonté persévérante de celui qui les avait imaginés.

Pour faire encore mieux comprendre l'impossibilité de cultiver en France, à l'air libre, une plante du Soudan, je prendrai, comme dernier exemple, une espèce annuelle dont la culture est commune dans la plupart des pays chauds, la pistache de terre, l'*Arachis hypogea*. C'est précisément du Sénégal que provient presque en totalité l'importation à Marseille des gousses de cette plante oléagineuse. Elle a été l'objet de beaucoup de tentatives dans diverses parties du midi de la France ; mais les résultats obtenus n'ont jamais été encourageants, et l'on a même promptement reconnu qu'il était absolument impossible d'obtenir la fructification de cette légumineuse dans beaucoup des parties les plus méridionales de notre pays. L'arachide ne peut, en effet, trouver la somme de chaleur, pour employer le genre de raisonnement de M. Lécard, nécessaire à sa végétation entre l'époque des froids tardifs du printemps et ceux précoces de l'automne. Combien pourtant il est plus facile de cultiver une plante annuelle dans un milieu différent de celui où elle est originaire !

L'explorateur du Soudan, qui a cru à la possibilité d'utiliser en France ces Ampélidées, ignorait, probablement, que plusieurs espèces provenant des mêmes contrées étaient déjà décrites et que deux d'entre elles avaient même été introduites dans les serres de l'Angleterre, les *Vitis Bainesii* (Hook.) et *macropus* (Hook.); enfin qu'elles avaient été figurées dans le *Botanical Magazine*, en 1864, d'après les exemplaires cultivés et ayant fleuri, mais non fructifié, à Kew, où elles sont placées, nous ne pouvons trop le répéter, dans une serre chaude humide pendant la période végétative, c'est-à-dire en été, et, au contraire, conservées, durant l'hiver, dans la serre très chaude, mais en même temps très sèche, consacrée aux plantes grasses. Ces introductions sont dues au célèbre botaniste voyageur, le Dr Welwitsch. Il a donné dans le Journal de la Société linnéenne de Londres une étude très complète des Ampélidées des contrées occidentales de l'Afrique tropicale, dont le nombre s'élève à une quarantaine environ, réparties sur un espace de 300 milles, commençant aux plaines des rives de l'Atlantique et s'étendant jusqu'aux plateaux élevés de l'intérieur. La flore de l'Afrique tropicale d'Oliver mentionne soixante-dix-huit espèces de cette même famille ; d'autres enfin sont décrites dans la flore d'Oware et de Benin de Palissot de Beauvois.

Les Ampélidées à tiges annuelles, comme celles de M. Lécard, paraissent devoir rentrer, non dans le genre Vigne, mais dans le genre Cissus, qui présente généralement, entre autres caractères, ceux d'avoir des tiges herbacées et des fleurs disposées en cymes ombelliformes au sommet des rameaux. Les espèces de ce vaste genre caractérisent tout particulièrement la flore de l'Afrique tropicale. Néanmoins quelques rares espèces ont été signalées dans des pays tempérés, et l'une d'elles, le *Cissus japonica* (Willd.), introduite depuis quelques années à Segrez, y montre une végétation luxuriante.

M. Lécard nous dit que les vignes observées par lui ont des racines tuberculeuses : ce sont probablement des souches tubéruleuses ou des tiges rhizomateuses qu'il a voulu dire. Ce n'est point là un caractère nouveau, car il a été signalé déjà chez plusieurs espèces africaines, les *Cissus juncea* et *macropus* de la Sénégambie, et les *C. mollis* et *serpens* de l'Abyssinie. Enfin, parmi les vignes originaires de l'Asie orientale dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir la Société, trois espèces nous offrent aussi des souches rhizomateuses et charnues qui ressemblent à des Ignames, les *Vitis* (*Ampelopsis*) *aconitifolia* (Bunge), *humulifolia* (Bunge) et *heterophylla* (Thunb.). Le Cissus japonais dont je parlais tout à l'heure présente également des rhizomes renflés, féculents, qui offrent presque l'aspect de patates. Enfin, on se souvient que divers voyageurs ont parlé de certaines vignes dont les racines servaient à l'alimentation des indigènes de Madagascar.

La nature des souches tubéruleuses des vignes de M. Lécard a inspiré à quelques personnes la pensée qu'il serait aussi possible de les utiliser pour greffer nos vignes. C'est là une nouvelle illusion, car la tige d'une Ampélidée greffée souterrainement ne tarderait pas à s'enraciner, à s'affranchir, comme on dit vulgairement, et ne présenterait plus, dès lors, le moindre avantage sur une simple bouture. Ce qui a pu faire naître la pensée d'un tel emploi est la pratique, aujourd'hui commune et employée uniquement pour gagner du temps, de greffer sur souche les espèces et variétés nouvelles de certains genres, les Clématites par exemple, qui trouvent ainsi un amas de nourriture qu'elles usent en s'enracinant elles-mêmes, à peu près comme une plantule vit d'abord aux dépens de ses cotylédons.

S'il faut renoncer à l'espoir de cultiver en France les vignes du Soudan, on est, du moins, autorisé à croire que l'on pourrait les cultiver dans le sud de l'Algérie, en les soumettant à de fréquentes irrigations. Leurs fruits sont, paraît-il, assez bons, quoique *aigrelets;* l'assertion de M. Lécard, à cet égard, a été confirmée par plusieurs officiers, comme en témoigne M. le gouverneur du Sénégal dans une lettre à M. le Ministre

de la Marine, en date du 23 octobre dernier. On pourra cultiver de même, dans notre belle colonie, le *Vitis populnea* (Miq.) (¹) de la Gambie, et le *Cissus edulis* (Dalz.) de l'Inde.

Mais, même en Algérie, on ne parviendra que difficilement à faire du vin avec les vignes du Soudan, car les grappes se succèdent, et l'on peut en observer sur un même pied d'âges très différents; enfin la maturité des grains n'a lieu que successivement; il serait donc nécessaire de faire des cueillettes répétées, ce qui est à peu près impossible.

De tout cela il ressort que la culture des vignes originaires de l'Afrique centrale est complètement impossible et que rien n'explique l'enthousiasme vraiment naïf que l'annonce de leur prochaine introduction a excité. En effet, autant vaudrait tenter en France la culture en plein champ de la banane ou de l'ananas. Comment ces idées ont-elles pu être accueillies? On ne saurait l'attribuer qu'à cette excentrique croyance qu'a fait naître le mot *acclimatation*, pris dans un sens beaucoup trop rigoureux, qui le dénature complètement.

Note sur l'emploi du microphone dans le service de l'heure astronomique; par M. le **Dr M.-W. Meyer**, astronome adjoint à l'Observatoire de Genève.

Depuis quelques mois on fait à l'Observatoire de Genève une application du microphone sur laquelle je me permets de donner ici quelques détails, dans l'espoir qu'une installation du même genre puisse être appliquée aussi dans d'autres établissements. Il s'agit de la transmission du son des battements d'une pendule astronomique d'un endroit à l'autre; d'après l'arrangement qui va être exposé, les observations peuvent se faire à tous les instruments placés dans les différents locaux de l'Observatoire, à l'aide de la même pendule normale.

Mais, avant d'entrer dans les détails de cette installation, j'ajouterai quelques mots sur la construction et le fonctionnement du microphone lui-même, instrument aussi simple que merveilleux, qui néanmoins n'avait pas, que je sache, trouvé jusqu'à présent une pareille application.

Les pièces essentielles du microphone sont trois morceaux de charbon, de la même espèce que ceux qu'on emploie pour la pile de Bunsen, et dont deux, en forme de plaques, sont fixés sur une petite planche en bois sec, à une distance de quelques centimètres verticalement l'un sur l'autre. Sur les deux côtés intérieurs et horizontaux de ces plaques se trouvent deux trous

(¹) Au dire de M. Daniel Oliver, les grains de cette espèce atteignent la grosseur des plus beaux muscats: « And the fruit considerably large, the size of a muscat grape. »

coniques destinés à recevoir les pointes d'une petite baguette également en charbon. Cette baguette a un peu de jeu entre les plaques et peut, dans le cas d'un mouvement de ces dernières, osciller sur la pointe inférieure. Aux deux plaques sont fixés les deux fils conducteurs d'une pile composée d'un seul élément, et un téléphone est intercalé dans un endroit quelconque du circuit. Dès que l'ébranlement causé par un bruit minime fait osciller la baguette du microphone, elle se trouvera en contact plus ou moins intime avec les plaques horizontales; la résistance dans l'intérieur du microphone variera en conséquence et produira en même temps des variations dans l'état magnétique de l'aimant du téléphone. La plaque en fer placée à l'embouchure du téléphone sera attirée plus ou moins fortement par suite de ces variations, et ses vibrations seront perçues aussitôt que la baguette du microphone aura été ébranlée.

Pour passer maintenant à l'application de cet instrument intéressant, je donnerai d'abord quelques détails sur l'installation de la ligne microphonique à l'intérieur de l'Observatoire, laquelle fonctionne journellement depuis le mois d'août. Le microphone de cette ligne est fixé à l'extérieur de la cage de la pendule normale d'Arnold. Un des fils conducteurs joint directement un pôle d'un élément de Meidinger de dimension moyenne avec le microphone, tandis que l'autre fil établit la communication entre l'autre pôle de la pile et le microphone, en passant par le téléphone et un commutateur à trois boutons. Les deux fils venant de la bobine du téléphone sont très minces et entrelacés de façon à ne former qu'une seule corde souple de plusieurs mètres de longueur. Le téléphone, de grande dimension, sort de la fabrique de télégraphes de M. Hipp, à Neuchâtel. On peut faire ainsi retentir le son des battements de la pendule Arnold, non seulement dans les différentes parties de la salle dans laquelle celle-ci se trouve, mais aussi dans les pièces voisines dans lesquelles le téléphone peut être transporté, grâce à la longueur et à la flexibilité de la corde, et c'est par ce procédé que l'on fait tous les jours les comparaisons des autres pendules de l'Observatoire avec la pendule normale. Ce téléphone peut être transporté également dans la coupole occidentale, dans laquelle se trouve l'altazimut. A défaut d'une bonne pendule astronomique, il fallait précédemment recourir à l'enregistrement chronographique pour observer les passages d'étoiles. Maintenant on peut observer ces passages à l'ouïe, en écoutant les battements de la pendule Arnold dans le téléphone. Un simple compteur de secondes ou un chronomètre de poche sert à déterminer à chaque nouvelle observation le chiffre de la seconde entière et l'exactitude des observations faites de cette façon n'est pas inférieure à celle qu'on obtient sans l'intermédiaire du microphone et du téléphone.

Le même microphone et la même pile servent à transmettre les battements de la seconde d'Arnold à la tour du grand équatorial, mais à l'aide d'un second téléphone, le n° 2, installé dans la tour, dont l'un des fils est fixé au troisième bouton du commutateur que j'ai déjà mentionné. Par le moyen de ce commutateur on peut ou bien faire passer le courant de la pile par le microphone et le téléphone n° 2, lorsque l'on veut s'en servir exclusivement dans la grande tour, ou bien par le téléphone n° 1, lorsque l'on veut s'en servir exclusivement dans l'ancien Observatoire. On peut enfin faire passer le courant par les bobines des deux téléphones à la fois; dans ce cas, les battements de la pendule Arnold sont entendus simultanément à l'ancien bâtiment comme dans la nouvelle tour du grand équatorial, et l'intensité de la reproduction des battements dans chaque téléphone ne diffère pas sensiblement de celle qu'on obtient lorsqu'un seul est intercalé dans le circuit. Il est certain qu'on pourra toujours multiplier les embranchements, de façon à établir, dans chaque salle d'un Observatoire bien plus étendu que le nôtre, un téléphone reproduisant les battements de la même pendule normale. L'utilité d'un tel arrangement pour le service journalier de l'heure astronomique se comprend d'elle-même. Pour toutes les observations faites à l'ouïe, une seule pendule suffira dans un établissement astronomique, quelque étendu qu'il puisse être, et c'est surtout pour les observations faites avec un équatorial de grande dimension que cet arrangement est commode. La position de l'astre à observer oblige quelquefois l'observateur à s'éloigner trop de la pendule pour que les battements puissent être entendus distinctement; mais le téléphone peut être posé pour chaque observation à la place convenable.

La ligne microphonique entre l'Observatoire et l'Hôtel municipal fonctionne déjà depuis le mois d'avril 1880, et l'on s'en sert pour régler la pendule qui transmet l'heure aux cadrans électriques. La disposition de cette ligne diffère de celle qui se trouve à l'intérieur de l'Observatoire, en ce que le courant se ferme par une communication avec la terre des deux côtés. Le microphone est placé intérieurement au fond de la cage du régulateur à l'Hôtel municipal; l'un des fils partant de ce microphone aboutit à l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle est en communication avec la terre. Le second fil du microphone va par une ligne aérienne jusqu'à l'Observatoire, où il est fixé à l'un des boutons d'un second commutateur, à l'aide duquel on peut fermer le circuit par la terre, après avoir fait passer le courant par les bobines du téléphone n° 1.

De cette façon, on peut entendre dans le téléphone n° 1 de l'Observatoire les battements du régulateur de l'Hôtel municipal, le circuit électrique entre les deux établissements étant

fermé par la terre. Enfin, un autre système de commutateur permet de mettre en marche ou une sonnerie électrique ou une simple ligne téléphonique entre les deux établissements.

Avec cet arrangement la transmission de l'heure astronomique à l'Hôtel municipal se fait comme suit. L'astronome chargé du service des pendules écoute dans le téléphone n° 1 les battements du régulateur à l'Hôtel municipal. Il peut facilement déterminer le chiffre de la seconde entière de ce régulateur, parce que, à chaque minute entière ou à la soixantième seconde, ce dernier met en marche le mouvement auxiliaire qui établit les contacts électriques pour les différentes lignes de cadrans; le décrochement de ce mouvement s'entend parfaitement bien à l'Observatoire. Au moyen de la ligne microphonique, on peut donc faire une comparaison directe du régulateur à l'Hôtel municipal avec la pendule normale à l'Observatoire, et l'on trouve de cette manière l'erreur du régulateur avec la même exactitude que par la comparaison d'une pendule placée dans l'Observatoire même. A une heure convenue, l'employé chargé du service des horloges électriques avertit l'astronome, par la sonnerie, qu'il est à son poste. Il établit ensuite la ligne téléphonique, et l'astronome lui communique par le moyen du téléphone l'erreur du régulateur, qu'il règle alors à l'aide de pendules auxiliaires. Après cette opération, il rétablit la ligne microphonique, pour que l'astronome puisse faire une seconde comparaison; on s'assure de cette façon que l'erreur du régulateur a été exactement corrigée, et une dernière communication a lieu au moyen de la ligne téléphonique pour transmettre à l'Hôtel municipal le résultat de la comparaison de contrôle. Tout ce service se fait dans cinq à sept minutes, et les appareils utilisés ont toujours bien fonctionné depuis leur installation.

Ayant remarqué que le courant arrivant à la bobine du téléphone, après avoir surmonté la forte résistance dans le microphone, tout en étant extrêmement faible, donnait néanmoins de bons résultats pour l'emploi dont je viens de parler, il m'intéressait de savoir au juste quelle résistance on pourrait encore intercaler dans le circuit d'une pareille ligne microphonique sans nuire sensiblement à son utilité au point de vue en question. J'ai expérimenté d'abord avec un rhéostat sortant de la fabrique de télégraphes de Hassler et Escher, à Berne, représentant 6000 unités de Siemens. Cette résistance correspond à peu près à 600^{km} d'une ligne télégraphique établie avec un fil de fer de $0^{m},004$ de section. Le courant provenant d'un seul élément de Meidinger avait encore, malgré l'intercalation de cette résistance, assez de force pour que les battements de la pendule Arnold fussent distinctement entendus dans le téléphone, si l'on mettait celui-ci près de l'oreille.

J'ai fait alors passer le courant par une solution de sel ordinaire, et le résultat était à peu près le même qu'avec la résistance introduite par le rhéostat; on entendait même encore faiblement les battements, en faisant passer le courant à la fois par le rhéostat et par la solution, c'est-à-dire avec une résistance correspondant au moins à une ligne télégraphique de 1200^{km}. Pendant une de ces expériences il s'est trouvé par hasard que les deux électrodes ne trempaient pas dans la solution; je fus très étonné alors d'entendre encore les battements, quoique le courant fût forcé de traverser le bouchon au travers duquel les électrodes passaient à environ $0^m,003$ de distance. J'ai continué ensuite ces expériences avec une pile de Meidinger à 8 éléments. En intercalant dans le courant de cette pile une résistance de 600^{km}, on entendait encore très bien les battements de la pendule en plaçant l'oreille à $0^m,2$ ou $0^m,3$ du téléphone. J'ai constaté enfin que l'expérience réussissait encore mieux avec un seul élément de Bunsen de dimension ordinaire. Le courant avait encore un effet sensible sur l'aimant du téléphone après avoir traversé à la fois un bouchon de $0^m,005$ d'épaisseur et le rhéostat.

Ces expériences, très faciles à faire, démontrent que la transmission de l'heure locale d'un endroit à l'autre pourra se faire par l'intermédiaire d'une ligne microphonique avec la même exactitude qu'une comparaison de deux pendules peut se faire à l'ouïe dans l'intérieur de l'Observatoire; l'erreur d'une comparaison entre une pendule à temps sidéral et une pendule à temps moyen faite par coïncidence ne dépasse pas $\frac{3}{100}$ de seconde.

Actuellement la comparaison de l'heure locale de deux endroits éloignés, en d'autres termes la détermination de la différence de longitude géographique entre deux stations astronomiques, se fait par l'intermédiaire du télégraphe et du chronographe. Avec l'emploi d'une ligne microphonique, un certain nombre d'erreurs de cette dernière méthode pourraient être éliminées, en particulier les différentes défectuosités dans le mécanisme des appareils électriques, dans le chronographe et dans les relais, qui n'existeraient plus pour le microphone. Ainsi, par exemple, le temps qui s'écoule entre l'arrivée du courant et dans l'attraction de l'électro-aimant du relais ou du chronographe n'est pas constant; mais, dans la ligne microphonique, il s'agit seulement d'une variation extrêmement faible de l'état de magnétisme perpétuel de l'aimant du téléphone, variation dont l'effet sur la plaque vibrante dans ce dernier doit nécessairement se produire dans un temps absolument négligeable, dès que l'action du son sur la baguette en charbon du microphone s'est fait sentir. Il faut naturellement faire abstraction du temps employé par le courant pour par-

courir la ligne entre les deux stations, lequel est éliminé également si l'on se sert alternativement d'une pile placée dans chaque station.

La communication microphonique permet d'observer à l'ouïe dans les deux stations les passages des mêmes étoiles à la même pendule; la correction de cette pendule, déterminée à la fois par les deux observateurs, fera connaître la différence de longitude. L'équation personnelle entre les deux observateurs pourrait être éliminée, comme on l'a fait antérieurement, en faisant une seconde série d'observations de l'heure, dans laquelle les observateurs changeraient de station. De cette manière les erreurs du chronographe, de l'échange des signaux pour la comparaison des pendules, seraient complètement éliminées, et l'incertitude sur la marche de la pendule employée serait réduite à un minimum, si la différence de longitude n'est pas considérable.

Je suis loin de prétendre que les avantages de la méthode que je viens de tracer ici en quelques mots puissent équivaloir à ceux de la méthode du chronographe, avantages qui consistent principalement dans la possibilité de multiplier facilement les observations; néanmoins, il ne serait peut-être pas inutile de la soumettre à la pratique.

Les harmonies musicales de la Nature.

M. Tyndall a fait dernièrement devant la Société Royale de Londres des expériences du plus haut intérêt, qui ont terminé la polémique relative à l'origine de la photophonie.

En effet, M. Tyndall a eu l'idée de faire tomber un rayon de lumière, rendu intermittent à l'aide d'un disque dentelé en zinc, sur de petits ballons de verre renfermant soit des gaz permanents, soit des vapeurs, et dont le diamètre a varié depuis $0^m,002$ jusqu'à $0^m,040$. Ce sont les ballons de $0^m,005$ à $0^m,006$ qui ont donné les meilleurs résultats; mais de simples éprouvettes ont suffi pour produire des sons facilement perceptibles. Le rayon de lumière était un foyer électrique produit par une machine Gramme et que l'on pouvait rendre convergent par les moyens connus, c'est-à-dire à l'aide de deux lentilles ou de deux miroirs. La vitesse de rotation était très grande. En effet, en se plaçant du côté où on avait mis la fiole et en renvoyant la lumière sur le disque à l'aide d'un morceau de papier blanc, le disque semblait immobile. Suivant M. Tyndall, la vue de ces rapides intermittences donnait un véritable vertige.

M. Tyndall a successivement tiré des sons musicaux très intenses de l'éther sulfurique, de l'éther formique et de l'éther acétique, en éclairant la partie des ballons que la vapeur de

ces liquides remplissait et en évitant de faire tomber le rayon sur la couche de liquide, qui n'occupait que la partie inférieure. La sonorité des vapeurs était en proportion avec leur pouvoir calorifique. Le bisulfure de carbone et le chloroforme, qui appartiennent à la classe des vapeurs diathermanes (laissant passer la chaleur), ne donnaient naissance à aucun son.

Les mêmes expériences ont été faites avec des gaz; l'oxygène, l'hydrogène et l'air sec ne donnaient aucun son, mais l'air chargé de vapeur d'eau a produit un son musical très intense (¹), et les autres gaz permanents ont donné des résultats analogues dès qu'ils ont été chargés d'humidité.

M. W. de Fonvielle, rédacteur en chef de l'*Électricité*, dès la première communication des étonnants résultats signalés par M. Bell, avait publié dans ce Recueil une Lettre de M. Desjardins attribuant ces phénomènes à l'action de la chaleur. Quelques jours après (le 20 octobre 1880), dans une ascension exécutée en Angleterre avec le ballon de 1200^{mc} de l'Académie d'aérostation, MM. de Fonvielle, Perron et le capitaine Cheyne avaient entendu des bruits musicaux pendant qu'ils flottaient, au coucher du Soleil, au-dessus des South-Downs, à une altitude de quelques centaines de mètres. Nous empruntons au journal l'*Électricité* l'article dans lequel M. W. de Fonvielle commente les résultats obtenus par M. Tyndall.

L'influence de la vapeur d'eau dans la production de ces phénomènes prouve bien que leur origine est due à la chaleur. En effet, M. Tyndall a exécuté des expériences à jamais mémorables qui prouvent que l'air devient un excellent conducteur du calorique quand il est humide.

Ces faits remarquables fourniront une réponse naturelle à une question que nous nous sommes posée, mes deux compagnons et moi, quand nous avons entendu une harmonie mysté-

(¹) Voici le détail complet de cette expérience si importante : « Comme je ne pouvais espérer qu'à la température ordinaire il se trouvât dans l'air une quantité suffisante de vapeur d'eau pour produire un son, j'ai fait bouillir une petite quantité d'eau dans ma fiole, et j'avoue que j'ai entendu avec délices un puissant son musical produit par la vapeur aqueuse. Je plaçai le ballon dans de l'eau froide jusqu'à ce que sa température se réduisît à 10° C., m'attendant à ce qu'il n'y aurait plus de son produit. Mais, malgré la faible tension de la vapeur qui remplissait ma fiole, le son se produisît encore; non seulement il était distinct, mais encore il était très fort. Je plaçai trois flacons vides remplis d'air ordinaire dans un mélange réfrigérant pendant un quart d'heure. En faisant agir sur eux un rayon intermittent, j'entendis des sons beaucoup plus intenses qu'avec de l'air sec. Je fis chauffer ces fioles de manière à dessécher l'air, et je les remis sous l'influence du rayon : leur sonorité avait disparu. »

rieuse, venant nous surprendre au milieu des nuages, un peu avant que le merveilleux spectacle de l'Océan se déroulât devant nos yeux éblouis.

Ces belles expériences fournissent également une explication scientifique de la production de ces sons musicaux que les voyageurs ont souvent observés. Ils nous montrent pourquoi ces sons extraordinaires se manifestent précisément au moment où l'aurore ouvre les portes de l'Orient et à celui où la nuit commence à étendre ses voiles, ce qui a pu faire supposer aux poètes qu'elle tenait à nous annoncer son approche par une harmonie surnaturelle et qu'elle voulait nous consoler de son absence en nous promettant de reparaître bientôt.

L'air étant presque toujours humide dans ces deux circonstances, comme le prouve le dépôt si fréquent de la rosée du soir et de celle du matin, on comprend pourquoi les grandes voix photophoniques de la nature se produisent surtout à la chute et à la naissance du jour. On voit que, toutes choses égales d'ailleurs, elles doivent être plus fréquentes sur les bords de la mer que dans l'intérieur des terres. C'est en effet sur les bords de la mer qu'elles ont été observées le plus fréquemment (¹).

Rappelons que, pendant la soirée du 21 octobre, l'insolation du sol humide avait lieu par intermittences. En effet, l'air étant traversé par trois couches horizontales superposées de petits cumulus qui marchaient très rapidement et avec des vitesses à peu près égales, les rayons du Soleil éprouvaient des interruptions presque aussi fréquentes que si un grand disque percé de trous les avait périodiquement interceptés (²).

Mais ce n'est pas seulement sur les bords de l'Océan que la photophonie naturelle se produit. M. Serré, ancien maire de Pontoise, qui habite près d'une grande forêt située dans l'ouest de la France, nous a raconté que dans les jours chauds de l'été,

---

(¹) *Voir* le numéro du 5 décembre de l'*Électricité*, dans lequel on rapporte la description de phénomènes photophoniques naturels faite par M. le Dr Roulin, membre de l'Académie des Sciences, dans le *Bulletin universel de Férusac*, t. XI, p. 52; un passage de Humboldt dans ses *Voyages aux régions équinoxiales*, t. VI, p. 37; un passage du livre de M. Tyndall, sur le *son*, etc., etc.

(²) Dans son Mémoire sur la radiophonie, lu devant la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres dans la séance solennelle du 8 décembre 1880, M. Preece, Président de la Société et électricien en chef du gouvernement anglais, assimile l'observation à bord du ballon de l'Académie d'aréostation aux phénomènes observés lorsque les rayons solaires tombaient sur la statue de Memnon.

par un temps calme, alors que l'océan de verdure qui l'entoure est le siège d'une évaporation rapide, on entend s'élever dans les airs un son harmonieux que les paysans connaissent bien et qu'ils appellent le *chant de la forêt*.

Cette observation, si elle est fondée, ce qu'il sera possible de vérifier, nous ramènerait aux légendes que M. Georges Kæstner a exposées avec tant d'enthousiasme dans son beau Livre *les Sirènes*, et à quelques-uns des phénomènes qu'il a consignés dans sa *Harpe d'Éole;* ces derniers sont empruntés à la *Bibliothèque universelle de Genève* (1847) :

« L'abbé Gastoni avait formé une gigantesque harpe d'Éole avec des cordes métalliques et de boyau attachées en haut d'une tour dans le voisinage de laquelle se trouvait sa maison, et avait soumis cet instrument à un examen scientifique, probablement exécuté par de la Rive, qui déclare, entre autres choses, que l'on n'entend pas les vibrations sonores dans les moments où l'air est agité par le vent, mais seulement dans celui où il est calme, et que les changements de température produisent des frémissements sonores. »

Nous signalerons avec d'autant plus d'intérêt ces observations à nos lecteurs habitant le voisinage d'un réseau télégraphique, que nous trouvons dans le numéro du 3 février de *Nature* une observation qui, si elle est exacte, deviendrait fort curieuse. Un correspondant, qui passait le long d'un fil télégraphique tout chargé de glaçons et sur lequel brillait un rayon de soleil, remarqua que ce fil était dans un état d'agitation extraordinaire, dont la cause ne pouvait être attribuée au vent, puisque l'air était complètement calme.

Nous terminerons en faisant remarquer que les aérostats offrent pour ce genre d'études attrayantes un moyen d'investigation puissant, car certains sons se propagent dans les airs avec une facilité prodigieuse, et ils vont quelquefois atteindre les aéronautes flottant à plusieurs milliers de mètres au-dessus de la surface de la Terre invisible.

Apportant une confirmation inattendue à nos précédents articles, les derniers travaux de M. Tyndall ouvrent donc devant les explorateurs aériens un champ immense absolument nouveau; et nous ne tarderons pas à les voir errer dans l'espace, cherchant à écouter les harmonies que produisent les rayons du Soleil en frappant les différentes régions de la Terre.

Ces observations sont d'autant plus intéressantes que l'on peut considérer le ballon comme une sorte d'oreille de Denys volante. En effet, souvent les voyageurs aériens, privés de la vue de la terre dont ils sont séparés par un épais rideau de nuages, sont surpris par des bruits tellement distincts qu'ils semblent transportés dans ces hautes régions par une sorte de puissance mystérieuse et inconnue.

Miroirs magiques en verre argenté. Note de M. L. Laurent.

On connaît les curieuses expériences sur les miroirs magiques de MM. Bertin et Duboscq (1). Ces miroirs, ainsi que ceux du Japon, sont *tous* en métal. J'ai pensé à utiliser le *verre*; il est assez élastique pour cela. En employant le verre, on a de bonnes surfaces; en l'argentant, on a un grand pouvoir réflecteur.

J'ai d'abord essayé du verre moulé, en polissant la surface opposée aux saillies. J'ai pris ensuite des glaces minces du commerce et j'ai fait graver un dessin en creux. On peut combiner les deux modes.

Au repos, le miroir est plan et donne de bonnes images. Pour le comprimer ou le déprimer, il suffit de souffler ou d'aspirer simplement avec la bouche. On peut se servir aussi d'une poire en caoutchouc. Si l'on comprime, l'ensemble de la surface devient convexe; les *saillies* résistent davantage; elles forment comme des éléments de miroirs un peu moins convexes, dispersent moins la lumière et paraissent par conséquent plus claires; on a un dessin *blanc* sur fond sombre. Les creux résistent moins, sont plus convexes, dispersent davantage et se détachent en noir sur fond blanc.

Les phénomènes sont les mêmes, en sens inverse, pour la dépression.

C'est une question de miroirs courbes à foyers divers, et c'est la concentration de rayons à des distances bien choisies qui produit des images nettes. C'est, au fond, le principe de Foucault pour l'exploration des surfaces optiques, mais avec moins de précision, car on opère par projection.

Les deux surfaces du miroir sont argentées; on peut très facilement séparer le miroir de sa monture et le retourner, afin de montrer directement en projection le dessin gravé.

On peut aussi faire des lentilles magiques à liquide en gravant l'une des glaces et en employant l'acide phénique comme liquide.

Papier électrique.

M. Jamin a récemment présenté à l'Académie des Sciences une intéressante Communication qui lui avait été adressée par M. C. Wiedemann, chimiste, au sujet d'un moyen de réaliser bien facilement quelques expériences électriques. Le papier ordinaire, le papier écolier par exemple, bien chauffé et séché, acquiert des propriétés électriques dès qu'il est vivement

---

(1) *Voir* le *Bulletin* n° 44, conférence du 22 janvier, à la Sorbonne, par M. Bertin.

brosse; on le sent crépiter à la main sous l'influence d'une multitude de petites décharges un peu lumineuses dans l'obscurité. Le papier électrisé adhère aux murs. M. Wiedemann a reconnu que l'on pouvait exagérer considérablement les propriétés électriques du papier quand on lui fait subir un traitement préalable; il suffit de plonger du papier ordinaire non collé, et de préférence le papier à filtre suédois ou le papier de soie qui garnit les copies de lettres, dans un mélange à volume égal d'acide nitrique et d'acide sulfurique; on lave à grande eau et on sèche. Ce papier, imparfaitement transformé en pyroxyle, est extrêmement électrique. Si on le place sur une table en bois, ou mieux sur une toile cirée, et qu'on le frotte de la main, il attire aussitôt tous les corps légers, barbes de plumes, petits morceaux de papier, pantins de sureau, etc. Dans l'obscurité, au moment où l'on détache le papier de la toile cirée, toute la surface brille comme du phosphore; en approchant le doigt, on voit jaillir une étincelle électrique. On peut charger une bouteille de Leyde avec ce papier, constituer un véritable électrophore, faire en un mot les expériences ordinaires sur l'étincelle et la décharge électriques. Ce papier dégage, quand il a été frotté, l'odeur caractéristique de l'ozone. Il conserve très longtemps ses propriétés curieuses et suffit, dit M. Wiedemann, si elles s'affaiblissaient, de le chauffer légèrement pour lui rendre toute son énergie. On voit, par ce qui précède, que pour quelques centimes on peut ainsi posséder une machine électrique pouvant aider à la démonstration de tous les phénomènes électriques.

M. de Ruzé, Membre du Conseil de l'Association scientifique, est décédé le 1er février 1881. Cet administrateur était l'un des fondateurs de notre Société et lui a rendu de grands services comme Membre de la Commission des Fonds.

M. F. Masure, inspecteur d'Académie honoraire, adresse à l'Association le résultat de ses *Recherches sur l'évaporation de l'eau libre de l'eau contenue dans les terres arables et sur la transpiration des plantes.*

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870.

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences et de propager les connaisances scientifiques.

27 MARS 1881. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 52.

AVIS.

CONFÉRENCE DU SAMEDI 2 AVRIL, A LA SORBONNE.

M. **G. Duruy**, professeur d'Histoire au Lycée Henri IV : Benvenuto Cellini.

Séance publique annuelle de l'Académie des Sciences, tenue le 14 mars 1881.

PRIX ACCORDÉS POUR LES CONCOURS DE L'ANNÉE 1880. — DISCOURS DU PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE, M. **Edm. Becquerel**.

Messieurs,

Avant de proclamer les lauréats des prix décernés par l'Académie, permettez que mes premières paroles soient consacrées à la mémoire de l'illustre doyen de la Section de Géométrie, Michel Chasles, que nous avons eu la douleur de perdre cette année.

Il y a trois mois à peine, rien ne faisait pressentir une fin aussi prochaine; la vivacité de son intelligence était restée la même, et son ardeur pour la Science ne s'était pas ralentie. Une voix plus autorisée que la mienne vous dira plus tard comment ses découvertes et les méthodes nouvelles dont il a enrichi la Science pendant sa longue carrière le placent au rang des grands géomètres. Simple dans ses manières et toujours bienveillant, Chasles joignait aux qualités de l'esprit les qualités du cœur qui l'ont fait aimer de tous les membres de notre Compagnie et laissent parmi eux un précieux souvenir.

Les travaux importants que l'Académie couronne répondent à des questions proposées ou sont dus à l'initiative des auteurs. Il est juste en effet que le savant, tout en parcourant sa route selon ses inspirations, faisant preuve de toute son originalité et conduit à de nouvelles découvertes, puisse prendre part à

nos Concours. C'est dans cette pensée qu'ont été institués depuis près d'un siècle une partie de nos prix : le prix fondé par l'astronome Lalande, les prix Montyon, Lacaze, Poncelet et d'autres encore qui permettent à l'Académie de récompenser les travaux les plus remarquables dans les différentes branches des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, quels que soient les sujets traités par les auteurs.

La question proposée pour le grand prix des Sciences mathématiques était la suivante : « Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante. »

L'Académie décerne ce prix à M. Halphen, capitaine d'Artillerie et répétiteur à l'École Polytechnique. M. Halphen a fait preuve d'un talent mathématique de l'ordre le plus élevé, et le travail qu'il a présenté ajoute à la théorie des équations différentielles linéaires des méthodes générales et des résultats d'une haute importance.

Elle accorde des mentions très honorables à M. Poincaré, ingénieur des Mines et professeur à la Faculté des Sciences de Caen, jeune géomètre dont les premiers travaux sont très dignes d'attention, ainsi qu'à l'auteur du Mémoire n° 3 du Concours.

La médaille de la fondation Lalande est décernée à M. Stone, actuellement directeur de l'Observatoire de Radcliffe, à Oxford, pour un travail des plus importants sur l'Astronomie stellaire.

En 1750, l'abbé de Lacaille, membre de l'Académie des Sciences, s'était transporté au cap de Bonne-Espérance, où il avait déterminé la position de dix mille étoiles du ciel austral, travail ardu et pénible, exécuté avec une rapidité et une exactitude surprenantes pour l'époque, et dont Lacaille ne devait pas recueillir les fruits.

Plus d'un siècle s'était écoulé depuis les observations de notre illustre confrère, lorsque M. Stone alla s'installer au Cap et observa de nouveau toutes les étoiles de Lacaille; il vient d'en publier un Catalogue, dont la comparaison avec celui de son prédécesseur indique les changements qui se sont accomplis dans la position de ces étoiles : c'est la détermination de leurs mouvements propres.

Ces mouvements se rattachent à l'une des questions les plus élevées de l'Astronomie, la translation du système solaire dans l'espace, que la discussion des observations de Lacaille et de M. Stone permet de mieux interpréter qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

Un autre sujet d'études non moins intéressantes a valu à M. Tempel, astronome de l'Observatoire d'Arcetri, près Florence, le prix Valz.

M. Tempel s'est presque uniquement livré à l'observation des comètes, ces astres singuliers, dont l'apparition, la plupart du temps, est imprévue, et dont plusieurs reparaissent périodiquement. Il a commencé ses recherches à Marseille, où il a découvert dix comètes, et depuis, soit à Milan, soit à Arcetri, il a doublé ce nombre. On doit ajouter que, sur les onze comètes périodiques dont le retour a été observé jusqu'ici, il en a découvert trois.

M. Tempel est, depuis Messier, le plus intrépide chercheur de comètes : quand on s'attend au retour d'un de ces astres, c'est presque toujours lui qui l'aperçoit le premier.

Le prix Trémont est donné à M. Vinot, fondateur et directeur du Journal du *Ciel*.

L'Académie a voulu témoigner ainsi à M. Vinot tout l'intérêt qu'elle prend à la publication d'un Recueil destiné à répandre des connaissances astronomiques élémentaires précises et l'aider dans cette œuvre utile qu'il poursuit encore actuellement.

Le prix Montyon des Arts mécaniques est décerné à M. Cornut, ingénieur en chef de l'Association du nord de la France, qui a publié sous forme de Notes un Recueil ayant pour titre *Catalogue descriptif et raisonné des défauts de tôle, corrosions et incrustations*.

Des publications de ce genre ne peuvent que contribuer puissamment à préciser les précautions à prendre, dans les usines, pour la conservation des chaudières à vapeur, et à éviter les désastres produits par leur explosion ; aussi l'Académie a-t-elle voulu encourager une tentative sérieuse faite dans cette voie en couronnant l'œuvre de M. Cornut.

Le prix Poncelet, destiné à récompenser l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, est décerné à M. Léauté, ingénieur des Manufactures de l'État et répétiteur à l'École Polytechnique, pour l'ensemble de ses nombreux et importants Mémoires, qui se rapportent à la Mécanique.

Le sujet du prix Bordin, proposé pour 1876 et remis à 1878, puis à 1880, était de trouver le moyen de faire disparaître ou du moins d'atténuer sérieusement la gêne et les dangers que présentent les produits de la combustion sortant des cheminées, sur les chemins de fer, sur les bateaux à vapeur, ainsi que dans les villes à proximité des usines à feu.

Une récompense sur ce prix est donnée à M. Lan, ingénieur en chef des Mines et professeur à l'École des Mines. M. Lan a exposé, dans ses leçons, les principes du mode de combustion au moyen des appareils gazogènes, et en a fait l'ap-

plication dans une importante usine, à Beaucaire, où la production de la vapeur et les diverses opérations du chauffage de l'acier se font sans l'apparition des fumées noires et épaisses qui couvrent encore beaucoup d'établissements de ce genre.

Un encouragement sur le prix Montyon des Arts insalubres est donné à M. Birckel, ingénieur civil attaché aux mines de Pechelbronn, pour une modification apportée à la lampe de sûreté de Davy. Cette modification est des plus simples et consiste à déterminer à volonté l'extinction graduelle ou totale de la lampe à l'aide d'enveloppes métalliques mobiles, de façon à éviter une explosion quand le milieu ambiant est fortement chargé de grisou. Les mineurs qui en font usage ont trouvé une grande sécurité dans son emploi.

La découverte, par M. Graham Bell, du téléphone magnéto-électrique articulant, qui transmet télégraphiquement la parole à distance, est certainement l'une des plus étonnantes et des plus originales de l'époque. Elle a révélé un fait scientifique nouveau, la mobilité de la distribution magnétique dans un aimant, ainsi que celle de l'état électrique d'un fil voisin, lesquelles sont en rapport avec les mouvements si complexes que les modulations de la parole communiquent à une petite lame de fer servant d'armature à l'aimant. Aussi M. Graham Bell a-t-il reçu du Gouvernement français, il y a un an, le prix Volta, destiné à récompenser l'application la plus importante de l'électricité et faite dans ces dernières années.

Mais, quand il s'agit de transmettre la parole à de grandes distances, il faut que l'intensité des sons transmis soit suffisante et que l'articulation des mots ne cesse pas d'être distincte. C'est en vue de la solution de cette question que l'Académie avait proposé pour sujet du prix Vaillant le perfectionnement en quelque point important de la télégraphie phonétique.

La Commission n'a pas trouvé que les résultats obtenus jusqu'ici fussent assez complets pour mériter le prix; mais, parmi les personnes qui se sont efforcées de perfectionner les téléphones, elle a distingué M. Ader, auteur d'un certain nombre de dispositions téléphoniques des plus ingénieuses, qui révèlent une bonne entente des données scientifiques.

L'Académie, d'après la proposition de la Commission, accorde à M. Ader une récompense pour l'encourager à poursuivre ses intéressantes recherches.

Le prix Jecker est décerné à M. E. Demarçay, auteur de nombreux et importants travaux de Chimie organique.

Il me serait difficile, sans entrer dans des détails trop spé-

ciaux, de faire apprécier tout le mérite des longues et persévérantes études de ce jeune savant, je me bornerai à dire que, parmi les recherches qui lui ont valu cette haute récompense, on doit citer un travail d'ensemble des plus remarquables, renfermant la préparation de nombreux composés qui peuvent servir de types à une nouvelle classe de corps.

Le prix Gegner, destiné à aider dans ses recherches un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux poursuivis en faveur des Sciences positives, est donné à M. Jacquelain, ancien chef du laboratoire de Chimie à l'École Centrale des Arts et Manufactures, et auteur de travaux de Chimie analytique faits avec la plus grande précision. Personne n'a pris plus de soin que M. Jacquelain pour la préparation à l'état de pureté d'un grand nombre de substances.

Une de ses observations les plus curieuses est la transformation que subit le diamant sous l'action de la chaleur lorsqu'il est placé au milieu de l'arc voltaïque. Dans ces conditions, le diamant perd sa transparence, se gonfle et se change en graphite; il brûle alors rapidement.

On n'a pas trouvé jusqu'ici à réaliser la transformation inverse, celle du charbon en diamant.

Différents travaux et Mémoires sur des questions importantes de Géologie ont été présentés pour les Concours des prix Bordin et Gay.

L'Ouvrage très étendu de M. Gosselet, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, a pour titre *Esquisse géologique du nord de la France* et renferme une étude complète de l'Ardenne, c'est-à-dire d'un pays comprenant l'ensemble des terrains primaires, et qui s'étend sur le territoire français et sur le territoire belge.

M. Gosselet a suivi avec le plus grand soin les assises de ces terrains et en a montré les dispositions diverses d'après leurs caractères stratigraphiques et paléontologiques. Mais son œuvre capitale est l'étude de la structure du bassin houiller franco-belge, fruit de vingt-cinq années de recherches non interrompues; les connaissances que l'on possède actuellement à cet égard, et auxquelles M. Gosselet a eu une large part, sont de nature à rendre d'importants services à l'industrie de la houille.

L'Académie décerne à M. Gosselet le prix Bordin pour 1880.

MM. Falsan et Chantre ont présenté pour le même Concours un Ouvrage intitulé *Monographie géologique des anciens glaciers et des terrains erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône*.

On admet généralement aujourd'hui qu'un régime climatérique bien différent de celui où nous vivons maintenant, et qui a reçu le nom de *période glaciaire*, a régné pendant l'âge géologique qui a précédé le nôtre. Cette période de froid, dont l'explication n'est pas connue, est attestée par des vestiges laissés à la surface de l'Europe et dans d'autres contrées; ils consistent soit en surfaces striées et polies que présentent certaines roches sur les flancs des montagnes, soit en blocs erratiques disséminés et accumulés qui sont des témoins de glaciers actuellement disparus.

Les proportions de ces glaciers étaient énormes, car dans la vallée du Rhône, à Grenoble par exemple, les traces laissées sur les rochers indiquent 1000m d'épaisseur pour un ancien glacier dont les immenses rameaux, épanouis en éventail, s'étendaient, d'un côté, entre les Alpes et le Dauphiné, et de l'autre, entre les montagnes du Lyonnais et du Beaujolais.

Un grand intérêt s'attache à la détermination exacte de ces vestiges d'un âge antérieur; aussi l'important Ouvrage de MM. Falsan et Chantre a-t-il particulièrement attiré l'attention de la Commission par le nombre et la précision des détails qu'il renferme.

L'Académie décerne à MM. Falsan et Chantre un autre prix Bordin.

Elle accorde une mention honorable à M. Louis Collot, auteur de la description des environs d'Aix en Provence, travail qui constitue un ensemble utile à la Science et très digne d'éloges.

La question proposée pour sujet du prix Gay était l'étude des mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours, ainsi que leurs rapports avec les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres.

Plusieurs Mémoires ont été adressés à l'Académie; tous portent la trace d'efforts très sérieux faits par leurs auteurs afin d'éclairer cette question si intéressante pour la Géologie et la Géographie physique, mais la Commission a particulièrement distingué, comme très dignes d'encouragement, les Mémoires inscrits sous les nos 1 et 3 du Concours.

M. Delage, auteur du Mémoire no 1, a spécialement porté son attention sur les phénomènes géologiques, et il a montré, par l'examen des dépôts observés dans des sondages, que les côtes du nord de la Bretagne ont subi un affaissement dans les temps préhistoriques, puis se sont exhaussées et ont été recouvertes de tourbières et de forêts; un second affaissement a eu lieu et a amené un dépôt de couches marines postérieurement à Jules César, et un second exhaussement a relevé ces

couches au-dessus du niveau des marées. Ce double mouvement oscillatoire à longues périodes a donc modifié à diverses reprises les côtes du nord de la Bretagne.

M. Alexandre Chèvremont, auteur du Mémoire n° 3, a présenté une étude très détaillée de tout le golfe compris entre Cherbourg et Brest, et notamment le mont Saint-Michel et le marais de Dol, ainsi que celle des mouvements d'exhaussement et d'abaissement de ce littoral.

L'Académie, sur la proposition de la Commission, accorde des récompenses à M. Delage et à M. Chèvremont.

Les différentes fondations relatives aux prix de Médecine et de Chirurgie ont permis de couronner des œuvres diverses et très dignes d'attirer l'attention.

Un prix Montyon est décerné à M. le Dr Charcot, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, pour un important Ouvrage ayant pour titre *Leçons sur les localisations des maladies du cerveau*, dans lequel la Médecine et la Chirurgie peuvent trouver de précieuses données pour le diagnostic du siége de certaines lésions du crâne et du cerveau.

Un autre prix à M. le Dr Sappey, également professeur à la Faculté de Médecine, pour des recherches sur l'appareil lymphatique des poissons, Ouvrage faisant suite aux belles recherches de cet habile anatomiste sur l'appareil lymphatique chez l'homme.

Un autre prix encore à M. le Dr Louis Jullien, pour ses Ouvrages médicaux d'un haut intérêt.

Des mentions honorables sont accordées :

A M. Joannès Chatin, maître de conférences à la Faculté des Sciences, pour un Ouvrage intitulé *Les organes des sens dans la série animale*, œuvre bien conçue, renfermant les résultats de recherches originales de l'auteur et présentant une grande netteté d'exposition;

A M. Gréhant, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle, pour des travaux sur l'action de l'oxyde de carbone, recherches expérimentales ayant de l'intérêt non seulement au point de vue de la Physiologie, mais encore pour la Pathologie;

A M. le Dr Guibout, pour de nouvelles leçons cliniques sur les maladies de la peau, Ouvrage des plus consciencieux et qui mérite d'être encouragé.

Enfin, la Commission a proposé pour des citations MM. Leven, Manassei, Masse, Nepveu, Rambosson, Trumet de Fontarce.

La Commission du prix Bréant, concernant la guérison du choléra asiatique, n'a trouvé cette année, comme les années précédentes, aucun travail qui méritât d'être couronné; mais,

après avoir examiné les Ouvrages qui, selon les intentions du testateur, peuvent prétendre aux intérêts annuels de la somme de 100000fr léguée à l'Académie, comme prix, elle a fixé son choix sur les travaux physiologiques publiés dans ces dernières années par M. Gabriel Colin, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort.

L'Académie, en adoptant cette proposition, a voulu récompenser ce savant physiologiste, pour l'habileté et la persévérance avec lesquelles il a poursuivi ses recherches.

Le prix Godard est décerné à M. le Dr Paul Segond pour un important Ouvrage de Chirurgie.

Le prix Barbier, à M. le Dr Quinquaud pour ses recherches d'Hématologie clinique, dans lesquelles il a montré autant de sagacité comme médecin que d'habileté comme chimiste, en déterminant avec précision la quantité d'oxygène qui circule avec le sang chez l'homme à l'état de santé, ainsi que dans les différentes maladies.

Le prix Dusgate, pour l'auteur du meilleur Ouvrage sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées, n'est pas décerné; mais des récompenses ont été accordées à MM. les Drs Onimus, H. Peyraud et G. Le Bon, dont les recherches sur la question méritent à des titres divers une sérieuse attention.

Conformément au vœu exprimé par M. Boudet, sa famille a fondé un prix pour être décerné par l'Académie des Sciences, cette année, à l'auteur qui aura fait faire un progrès à l'art de guérir en s'inspirant des travaux de notre éminent confrère M. Pasteur sur la fermentation et les organismes inférieurs.

La Commission, après avoir examiné les travaux accomplis dans cette voie pendant ces dernières années, a reconnu que ceux de M. le Dr Lister, de Londres, répondaient mieux que tout autre à l'intention du donateur.

M. Lister s'est proposé de détruire les germes autour des plaies, et, en faisant usage de préparations phéniquées, il est arrivé à une série de moyens qui constituent ce qu'il a appelé le *pansement antiseptique* et que l'on a nommé avec justice le *pansement de Lister*. Les résultats donnés par ce pansement sont des guérisons plus rapides, une proportion moindre d'infections purulentes et, d'après les termes du Rapport, une diminution au delà de toute espérance d'accidents mortels consécutifs de certaines opérations chirurgicales.

L'Académie décerne à M. Lister le prix Boudet, en raison des changements si heureux qu'il a introduits dans le traitement des plaies.

M. le Dr Ricoux, de Philippeville, a adressé, pour le Concours de Statistique de la fondation Montyon, un Ouvrage

intitulé *La démographie figurée de l'Algérie* et renfermant des recherches statistiques sur la population de notre colonie, ainsi que des appréciations au point de vue de l'acclimatement des Européens.

M. Ricoux s'occupe d'abord de l'état statique de la population; il suit les naissances, les mariages, les décès, dans les diverses nationalités et même dans leurs croisements. Il faut observer que, en Algérie, la population implantée est formée pour moitié environ de Français et pour l'autre moitié d'Espagnols, d'Italiens, de Maltais et d'Allemands.

Dans une autre partie de son travail, l'auteur arrive à conclure que l'acclimatement, en Algérie, des Espagnols, Italiens, Maltais et Français méridionaux peut être regardé comme certain, mais non celui des Allemands. La Commission fait, à cet égard, des réserves sur les conjectures étrangères à la Statistique et développées à cette occasion; mais, cet Ouvrage renfermant des résultats et des Tableaux qui seront toujours très utilement consultés, l'Académie décerne à M. le Dr Ricoux le prix de Statistique.

Des mentions honorables sont accordées à M. A. Marvaud pour son travail sur la phthisie dans l'armée, ainsi qu'à M. A. Pamard pour son Mémoire concernant la mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon.

Une question intéressante, se rapportant aux animaux inférieurs, vient d'être résolue, grâce aux observations persévérantes de MM. Émile Jolly, médecin-major, et Vayssières, préparateur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Il existe dans nos ruisseaux un petit animal fort étrange, ayant six pattes comme un insecte, mais recouvert d'un test pierreux; aussi était-il regardé comme un crustacé jusque dans ces dernières années, lorsque M. Jolly, par une nouvelle étude, soupçonna que cet animal, dans lequel il avait constaté la présence de trachées, était la larve d'un insecte de la famille des Éphémères.

Cette probabilité a été changée en certitude par les observations de M. Vayssières, qui vit plusieurs individus se transformer en insectes pourvus d'ailes.

L'Académie décerne le prix Thore à M. Vayssières, pour ses observations pleines d'intérêt, et accorde un prix semblable à M. Jolly, dont les études préparatoires ont conduit à ce curieux résultat.

Le prix de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon est décerné à M. Gaston Bonnier, maître de conférences à l'École Normale supérieure, pour d'importantes recherches de Physiologie végétale.

Les fleurs d'un grand nombre de plantes laissent échapper, par certaines parties désignées sous le nom de *nectaires*, des liquides sucrés ou mielleux, recherchés avec avidité par divers insectes et particulièrement par les abeilles. M. Bonnier, qui a étudié avec beaucoup de soin la structure des parties nectarifères des fleurs ainsi que le mode de formation et les usages physiologiques des produits qu'elles fournissent, a conclu de ses savantes recherches que le sucre s'accumule dans les nectaires pour servir à la nutrition d'organes voisins, après sa transformation préalable en glucose ou sucre incristallisable par voie de fermentation.

Passant alors à un autre ordre de faits, M. Bonnier a examiné si la couleur des fleurs ainsi que leur odeur et leur forme n'auraient pas, comme le pensent plusieurs naturalistes, quelque influence pour attirer les insectes avides de sucre; en plaçant à proximité d'abeilles libres des morceaux d'étoffe diversement colorés et également enduits de matières saccharines, il n'a reconnu aucune relation entre la couleur et le nombre des abeilles qui allaient butiner sur les étoffes. Suivant lui, la forme des fleurs n'exerce pas non plus d'action de ce genre.

Ces observations délicates et ces expériences pleines d'intérêt donnent une explication satisfaisante de beaucoup de faits jusqu'alors difficiles à interpréter.

Le prix de la Fons-Mélicocq, destiné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, est donné à M. Éloy de Vicq pour ses études sur la végétation du littoral du département de la Somme, ainsi que pour des Catalogues des mousses et hépatiques de l'arrondissement d'Abbeville, qui étendent et complètent les anciennes recherches de ce savant botaniste.

Une récompense sur le prix Desmazières est donnée à M. Lamy de la Chapelle, qui, par ses Catalogues raisonnés des mousses, des hépatiques et des lichens du mont Dore et de la Haute-Vienne, a utilement contribué à la connaissance de la végétation cryptogamique de la France.

L'Académie a toujours encouragé les entreprises et les expéditions lointaines qui apportent à la civilisation des éléments de progrès. Parmi les voyageurs qui explorent les contrées les moins accessibles pour y découvrir des voies de communication ou y recueillir les documents scientifiques les plus précieux, elle réclame aujourd'hui une place d'élite pour les lauréats des prix Savigny et Delalande-Guérineau.

Elle décerne le prix Savigny, destiné aux naturalistes voyageurs, à M. Alfred Grandidier, pour ses recherches sur les faunes de Zanzibar et de Madagascar.

Cette dernière contrée est située bien près de la côte d'Afrique, dont elle est séparée par le canal de Mozambique; cependant elle ne saurait s'y rattacher comme une dépendance. C'est une île qui, depuis les temps anciens, a eu son existence propre; sa géologie, sa flore, sa faune, entièrement distinctes de celles de l'Afrique, semblent montrer qu'elle reste comme un témoin d'un vaste continent aujourd'hui disparu.

Les Howas, ainsi que les peuplades indépendantes qui habitent le sud et l'ouest, s'étaient opposés jusqu'ici à ce que les étrangers pénétrassent dans l'intérieur du pays. M. Grandidier a le premier réussi à le traverser; il a consacré plusieurs années à parcourir cette contrée et à recueillir les végétaux ainsi que les animaux, dont les types bizarres et étranges offrent aux naturalistes, au point de vue de la distribution géographique, les rapprochements les plus intéressants.

De retour en France, il a entrepris à ses frais une publication très importante qui ne comprendra pas moins de trente volumes et de quinze cents planches; c'est une sorte de monographie de Madagascar, où seront traitées la géographie, la météorologie, l'histoire physique et naturelle de ce curieux pays.

L'Académie, en donnant le prix Savigny à M. Grandidier, montre tout l'intérêt qu'elle attache aux recherches et aux publications de ce savant naturaliste.

Le prix Delalande-Guérineau, pour le voyageur français ou le savant qui aura rendu le plus de services à la France ou à la Science, est décerné à M. Jean Dupuis, qui a parcouru seul, à l'aide de ses propres ressources, avec autant de hardiesse que de persévérance, une contrée de l'extrême Orient, le Tonkin, qui touche à nos possessions cochinchinoises.

M. Dupuis a pénétré dans ce pays, jusque-là inexploré par les Européens, et a montré, le premier, la possibilité de naviguer sur le Song-Koï, ou fleuve Rouge; il a minutieusement exploré ce fleuve et la contrée qu'il traverse; il a constaté l'abondance des produits naturels, tels que mines de houille, de fer, d'étain, de cuivre, d'argent, d'or, de cristal de roche, ainsi que la présence de végétaux et d'animaux de toute espèce.

A la tête d'une expédition et à l'aide d'une flottille équipée à ses frais, il avait réussi à s'établir dans le pays, lorsqu'il dut renoncer à son entreprise par suite de transactions entre les Gouvernements français et annamite. Il est maintenant rentré en France, après avoir perdu tout le fruit de sa longue et laborieuse carrière.

L'Académie a voulu récompenser par un prix cet énergique et hardi explorateur, qui a ouvert à la Science et au commerce un grand et riche pays.

Tels sont les résultats des Concours de cette année, et pour l'exposé desquels j'ai fait de nombreux emprunts aux Rapports des diverses Commissions de prix. En dehors des œuvres qu'elle couronne, l'Académie a reçu un grand nombre de Mémoires, dont ses publications attestent la variété et l'importance, et qui montrent que, dans nos Écoles et dans nos laboratoires, l'activité scientifique, loin de se ralentir, prend chaque jour plus de développements.

Je ne saurais terminer cette lecture sans parler de l'achèvement d'une œuvre capitale, due à l'illustre doyen de la Section d'Anatomie et Zoologie, M. MILNE EDWARDS. Commencées il y a un quart de siècle environ, les *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux* comprennent quatorze Volumes, dont l'ensemble constitue un monument remarquable qui fait époque dans l'histoire des Sciences naturelles.

Je suis heureux de pouvoir rappeler ici l'accord unanime avec lequel les savants de tous pays se sont réunis, à l'occasion de cette publication, pour offrir à notre vénéré confrère un témoignage de leur profonde admiration.

Le prix fondé par Mme la marquise de Laplace pour être décerné chaque année, par l'Académie, à l'élève sorti le premier de l'École Polytechnique, est donné à M. LERMIER (PIERRE-MARIE), élève ingénieur des Mines.

TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE DEUXIÈME VOLUME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

BULLETINS N°s 27 A 52.

Viticulture.

Les vignes du Soudan, p. 389. M. Lavallée.

Zoologie.

Considérations générales sur la faune carcinologique des grandes profondeurs de la mer des Antilles et du golfe du Mexique, p. 337. M. A. Milne-Edwards.

Dragages exécutés dans le lac de Tibériade, p. 65. M. Lortet.

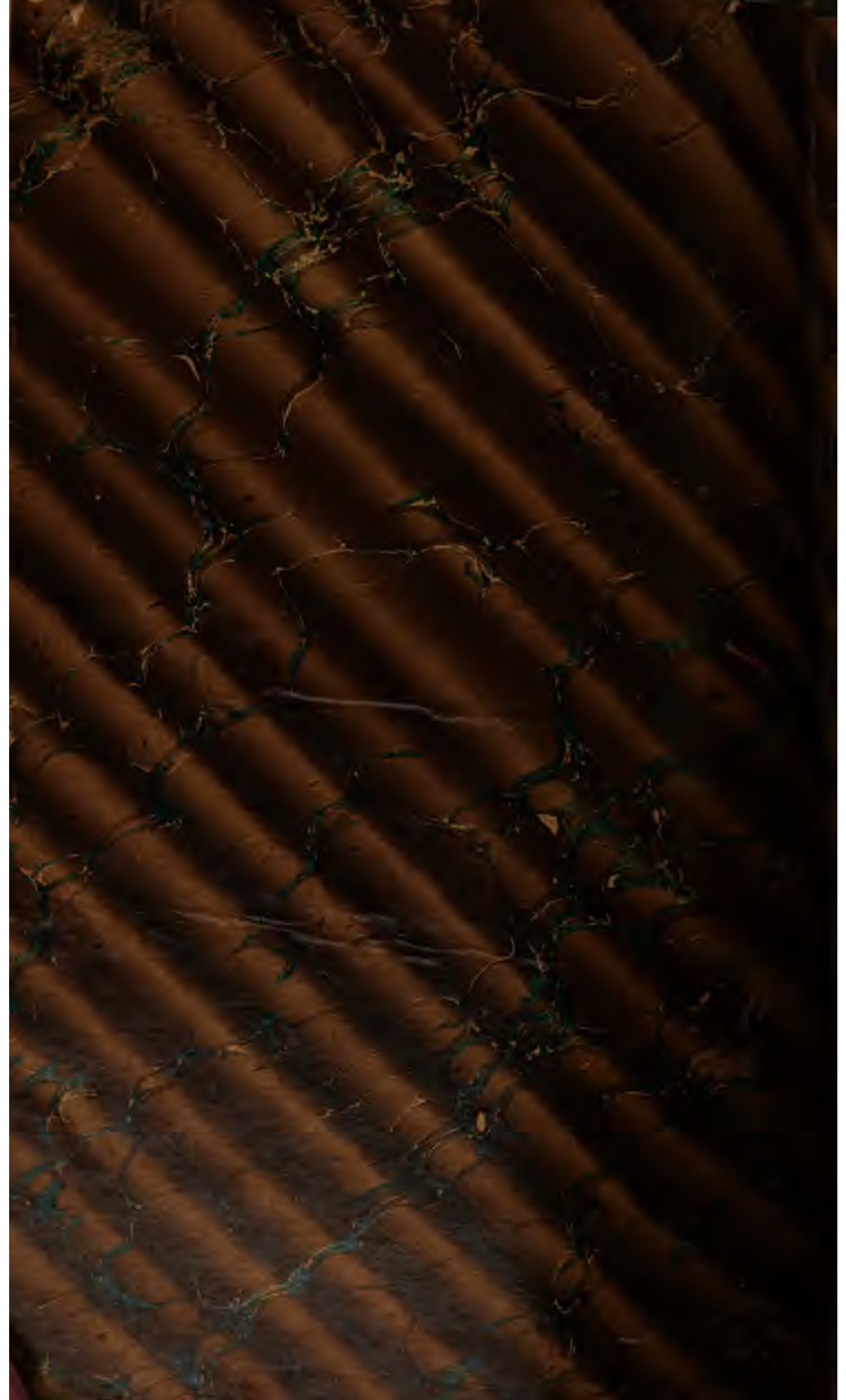
Description de deux oiseaux nouveaux des îles Sooloo, p. 205. M. Oustalet.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

FIN DU TOME DEUXIÈME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.




This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.
A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.
Please return promptly.


Widener Library
3 2044 092 607 555